



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

**FARINHA DA POLPA E DA AMÊNDOA DO FRUTO DA CASTANHOLA
(*Terminalia catappa* Linn): obtenção, caracterização e aplicação em produto
alimentício**

RECIFE

2023

VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

**FARINHA DA POLPA E DA AMÊNDOA DO FRUTO DA CASTANHOLA
(*Terminalia catappa* Linn): obtenção, caracterização e aplicação em produto
alimentício**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Nutrição.

Área de concentração: Ciências dos Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dra. Tânia Lúcia Montenegro Stamford

Corientadora: Prof^a Dra. Viviane Lansky Xavier Souza Leão

RECIFE

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

S237f	<p>Santos, Viviane Michele dos Farinha da polpa e da amêndoa do fruto da castanhola (<i>Terminalia catappa</i> Linn): obtenção, caracterização e aplicação em produto alimentício / Viviane Michele dos Santos. – 2023. 104 p. : il.</p> <p>Orientadora: Tânia Lúcia Montenegro Stamford. Coorientadora: Viviane Lansky Xavier Souza Leão. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Médicas. Programa de Pós-graduação em Nutrição. Recife, 2023. Inclui referências, apêndices e anexo.</p> <p>1. Castanholeira. 2. Compostos fenólicos totais. 3. Compostos bioativos. 4. Panificação. 5. Pão. 6. Atributos sensoriais. I. Stamford, Tânia Lúcia Montenegro (orientadora). II. Leão, Viviane Lansky Xavier Souza (coorientadora). III. Título.</p> <p>614 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2024 - 057)</p>
-------	---

VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

**FARINHA DA POLPA E DA AMÊNDOA DO FRUTO DA CASTANHOLA
(*Terminalia catappa* Linn): obtenção, caracterização e aplicação em produto
alimentício**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de doutora em Nutrição, área de concentração em Ciências dos Alimentos.

Aprovado em: 30/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Margarida Angélica da Silva Vasconcelos (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Jenyffer Medeiros Campos Guerra (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Marcela Sarmiento Valencia (Examinadora Externa)

Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória de
Santo Antão

Prof^a. Dr^a. Marthyna Pessoa de Souza (Examinadora Externa)

Universidade Federal de Campina Grande

Dedico esta tese àqueles que dão luz à minha vida, minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela constante presença em minha vida, dando-me saúde, paz, perseverança e força.

Aos meus pais, Hermivaldo Santos e Tânia Santos, e irmã Vivian Santos, pelo carinho, compreensão e incentivo neste grande desafio de minha vida.

Às minhas sobrinhas, Julya Melissa Santos (Juju) e Maria Luyza Santos (Malu) por serem minhas eternas fontes de amor, alegrias e aconchego.

Ao meu marido, Gustavo Henrique Pontes, pelo amor, carinho, respeito, companheirismo e incentivo sempre constante na nossa caminhada.

À minha enteada, Larissa Barreto, a quem tenho grande carinho, amor e admiração.

À minha orientadora, Professora Dra. Tânia Stamford, pela orientação, colaboração, confiança, paciência e compreensão, sem as quais este trabalho não seria concretizado. Foi uma grande honra tê-la como mentora neste projeto.

À minha coorientadora, Professora Dra. Viviane Lansky, a quem dispenso profunda gratidão por tantos momentos de acolhimento, compreensão e ensinamentos. “Vivi”, você genuinamente tem o dom da docência.

Às professoras membros da banca de qualificação, Professora Dra. Angélica Vasconcelos, Professora Dra. Viviane Lansky e Professora Dra. Jenyffer Medeiros e aos membros da defesa Professora Dra. Tânia Stamford, Professora Dra. Angélica Vasconcelos, Professora Dra. Jenyffer Medeiros, Professora Dra. Marcela Sarmento e Professora Dra. Marthyna Pessoa pelas relevantes contribuições nesta pesquisa.

Às amigas do Doutorado, da Área de Concentração em Ciências dos Alimentos, Dra. Gerlane Lima e Dra. Cibelle Araújo, pelo apoio mútuo nos momentos de angústia e incertezas, mas também na partilha de saberes, experiências, alegrias e sonhos conquistados. Terço aqui, um especial “muito obrigada” à Gerlane Lima, por todo amparo e incentivo nesta jornada.

À amiga de uma vida, Fernanda Virgínia, pela sinceridade, amizade e apoio.

Às alunas de graduação do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Clarissa Teixeira e Ana Carolina Fernandes pela valiosa ajuda nos experimentos.

Ao Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição (UFPE); ao Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP (UFPE), em nome da Professora Dra. Thayza Stamford; ao

Laboratório de Cromatografia Líquida, do Departamento de Tecnologia em Alimentos, Campus Petrolina, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃO – PE) em nome do Professor Dr. Marcos Lima; ao Laboratório de Técnica Dietética e Tecnologia de Alimentos do Centro Universitário Frassinetti do Recife (UniFAFIRE) por todo suporte técnico-científico no trilhar deste trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa e à PROPESQ/UFPE pelo auxílio financeiro para execução desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição (UFPE), pela assistência permanente no percurso desta tese.

À Universidade Federal de Pernambuco, pelo suporte acadêmico durante este ciclo tão importante em minha vida.

À todos que de forma direta ou indireta, contribuíram para mais esta conquista profissional e pessoal.

RESUMO

No Brasil, há uma grande variedade de espécies vegetais exóticas bem adaptadas às características edafoclimáticas do país, contudo pouco exploradas cientificamente, merecendo destaque o fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn). Desta forma, com o aprofundamento das pesquisas sobre a castanhola (*Terminalia catappa* Linn), prospecta-se um cenário promissor ao estímulo do consumo deste fruto, exploração tecnológica de novos produtos com apelo às propriedades funcionais, como também, agregação de valor a uma espécie subutilizada. Neste sentido, o presente trabalho caracterizou as propriedades nutricionais, bioativas e tecnológicas das farinhas da polpa (FPC) e da amêndoa (FAC) do fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn) e de pães enriquecidos com a FAC. Carboidratos e proteínas foram os macronutrientes mais representativos na FPC, enquanto a FAC apresentou os maiores percentuais em lipídios e carboidratos. Valores das capacidades de absorção de água e óleo mostraram-se promissores à aplicação da FAC em produtos de panificação. Os extratos das farinhas apresentaram teores médios de compostos fenólicos totais (110,35 e 415,72 mg EAG/100 g), tendo flavonóis e flavanóis como grupos fenólicos majoritários para FPC e FAC, respectivamente. Contudo, a atividade antioxidante mostrou percentual de inibição do radical DPPH⁺ baixo, tanto no extrato da FPC (25%), quanto para FAC (26,4%). Diferentes concentrações do extrato da FAC inibiram os microrganismos testados, enquanto a FPC não apresentou atividade antimicrobiana. Após a caracterização das farinhas das partes comestíveis do fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn) (polpa e da amêndoa), foram desenvolvidas quatro formulações de pães contendo 0%, 5%, 10% e 15% de FAC e avaliadas suas propriedades nutricionais, físicas, tecnológicas e sensoriais. Os resultados indicaram que adição de FAC promoveu mudanças na composição nutricional dos pães. O aumento da FAC afetou positivamente os parâmetros de dureza e mastigabilidade, além de influenciar a cor das formulações. No teste de aceitabilidade, os pães receberam pontuações médias altas (acima de 7), correspondendo a categoria “gostei moderadamente”, para maioria dos atributos. Os dados também confirmaram a intenção de compra, onde as pontuações aproximaram-se da categoria “provavelmente compraria” (4) para todas as formulações, destacando-se a formulação PFAC 15. Assim, conclui-se que a FAC é uma fonte emergente de

nutrientes e tecnologicamente viável à aplicação em produtos alimentícios, especialmente na panificação.

Palavras-chave: castanholeira; compostos fenólicos totais; compostos bioativos; panificação; pão; atributos sensoriais.

ABSTRACT

In Brazil, there is a wide variety of exotic plant species well adapted to the country's edaphoclimatic characteristics, although little explored scientifically, with particular emphasis on the fruit of the castanhola (*Terminalia catappa* Linn). In this way, with the deepening of research on castanhola (*Terminalia catappa* Linn), a promising scenario is expected to stimulate the consumption of this fruit, technological exploration of new products with appeal to functional properties, as well as adding value to an underutilized species. In this regard, the present work characterized the nutritional, bioactive and technological properties of pulp (CPF) and almond (CAF) flours of fruit of the castanhola (*Terminalia catappa* Linn) and breads enriched with CAF. Carbohydrates and proteins were the most representative macronutrients in the CPF, while the CAF had the highest percentages of lipids and carbohydrates. Values of water and oil absorption capacity were promising for the application of CAF in bakery products. The flour extracts showed average levels of total phenolic compounds (110.35 and 415.72 mg EAG/100 g), with flavonols and flavanols as the major phenolic groups for CPF and CAF, respectively. However, the antioxidant activity showed a low percentage of inhibition of the DPPH⁺ radical, both in the CPF extract (25%) and in the CAF (26.4%). Different concentrations of the CAF extract inhibited the tested microorganisms, while the CPF did not show antimicrobial activity. After characterizing the flours from the edible parts of the castanhola fruit (*Terminalia catappa* Linn) (pulp and almond), four bread formulations containing 0%, 5%, 10% and 15% CAF were developed and their nutritional, physical, technological and sensorial properties were evaluated. The results indicated that the addition of CAF promoted changes in the nutritional composition of the breads. The increase in CAF positively affected the parameters of hardness and chewiness, in addition to influencing the color of the formulations. In the acceptability test, the breads received high average scores (above 7), corresponding to the "moderately liked" category, for most attributes. The data also confirmed the purchase intention, where the scores approached the "probably would buy" category (4) for all formulations, highlighting the PFAC 15 formulation. Thus, it is concluded that CAF is an emerging source of nutrients and technologically viable for application in food products, especially in bakery.

Keywords: castanholeira; total phenolic compounds; bioactive compounds; bakery; bread; sensory attributes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Árvore da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	22
Figura 2 –	Folhas e frutos da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	23
Figura 3 –	Esquema geral do estudo.....	42
Figura 4 –	Frutos da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn) selecionados.....	43
Figura 5 –	Medida biométrica da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	45
Figura 6 –	Farinha da polpa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	45
Figura 7 –	Farinha da amêndoa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	46
Figura 8 –	Ensaio para capacidade absorção de água e óleo da farinha da polpa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	65
Figura 9 –	Fatias de pães elaborados com diferentes proporções de farinha da amêndoa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Nutrientes e composição não nutritiva da polpa da castanhola obtidas em diferentes países.....	24
Tabela 2 –	Composição nutritiva da amêndoa da castanhola obtidas em diferentes países.....	27
Tabela 3 –	Composição de ácidos graxos e índices nutricionais do conteúdo lipídico da amêndoa da castanhola obtidas em diferentes países.....	29
Tabela 4 –	Ingredientes e suas proporções para formulações de pão enriquecido com diferentes porcentagens da farinha da amêndoa da castanhola.....	52
Tabela 5 –	Caracterização física de frutos da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn) coletados no município de Igarassu – PE.....	57
Tabela 6 –	Composição química, Valor Energético Total (VET) e percentual de contribuição da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn) em relação à Ingestão Dietética de Referência (DRI's).....	58
Tabela 7 –	Propriedades físicas, físico-químicas e tecnológicas das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	63
Tabela 8 –	Perfil de compostos fenólicos dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	68
Tabela 9 –	Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (<i>T. catappa</i> Linn).....	72
Tabela 10 –	Composição centesimal (%) e Valor Energético Total (VET) em Kcal/100g das formulações de pães elaboradas com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola.....	74
Tabela 11 –	Influência das diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola sobre a qualidade de pães.....	76

Tabela 12 – Avaliação sensorial de formulações de pães elaborados com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola.....	80
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATT	Acidez Total Titulável
°C	Grau Celsius
Cm	Centímetro
EAG	Equivalentes de Ácido Gálico
ed.	Edição
EQ	Equivalentes de Quercetina
<i>et al.</i>	E outro
G	Gramma
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
M	Massa
Mg	Miligrama
Min	Minuto
Mm	Milímetro
mL	Mililitro
µm	Micrômetro
P	Peso
pH	Potencial hidrogeniônico
PA	Para Análise
PPM	Partes por milhão
V	Volume

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	GÊNERO <i>Terminalia</i>	21
2.1.1	Árvore da castanhola (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	21
2.1.2	Partes comestíveis do fruto da castanhola (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	23
2.2	ATIVIDADES BIOLÓGICAS DA ÁRVORE DA CASTANHOLA (<i>Terminalia catappa</i> Linn).....	31
2.3	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.....	35
2.3.1	Pão	36
3	JUSTIFICATIVA	39
4	HIPÓTESE	40
5	OBJETIVOS	41
5.1	OBJETIVO GERAL	41
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
6	MATERIAIS E MÉTODOS	42
6.1	LOCAL E COLHEITA DOS FRUTOS.....	43
6.2	PREPARO DAS AMOSTRAS.....	44
6.3	PESO MÉDIO E ANÁLISE BIOMÉTRICA DOS FRUTOS DA CASTANHOLA.....	44
6.4	OBTENÇÃO DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DE CASTANHOLA.....	45
6.5	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	46
6.5.1	Umidade	46
6.5.2	Cinzas	47
6.5.3	Proteínas	47
6.5.4	Lipídios	47
6.5.5	Carboidratos	47
6.5.6	Sólidos totais	47
6.5.7	Valor Energético Total	47

6.6	ANÁLISES FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	48
6.6.1	pH.....	48
6.6.2	Acidez titulável.....	48
6.6.3	Sólidos solúveis.....	48
6.6.4	Densidade aparente.....	48
6.6.5	Capacidade de absorção de água e óleo.....	49
6.6.6	Análise de cor.....	49
6.7	DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DOS EXTRATOS DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	49
6.7.1	Obtenção dos extratos.....	49
6.7.2	Determinação do teor de compostos fenólicos totais.....	50
6.7.3	Determinação do perfil de compostos fenólicos.....	50
6.8	DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> DOS EXTRATOS DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	51
6.8.1	Método DPPH⁺ (2,2 difenil-1-picril-hidrazil).....	51
6.9	DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DOS EXTRATOS DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	51
6.10	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS A PARTIR DAS MATRIZES ALIMENTÍCIAS DA CASTANHOLA.....	52
6.10.1	Elaboração de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....	52
6.10.1.1	Composição centesimal das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....	53
6.10.1.2	Análises tecnológicas das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....	53
6.10.1.2.1	<i>Determinação do volume específico e dimensões das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....</i>	53
6.10.1.2.2	<i>Avaliação de cor das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....</i>	54

6.10.1.2.3	<i>Análise de textura das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....</i>	54
6.10.1.3	Análises microbiológicas das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....	54
6.10.1.4	Análise sensorial das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.....	55
6.11	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	56
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
7.1	CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DO FRUTO DA CASTANHOLA.....	57
7.2	COMPOSIÇÃO NUTRITIVA DA FARINHA DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	58
7.3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DAS FARINHA DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	63
7.4	BIOTIVIDADE DAS FARINHAS DA POLPA E AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	66
7.4.1	Compostos fenólicos totais e perfil fenólico das farinhas da polpa e amêndoa da castanhola.....	66
7.4.2	Atividade antioxidante das farinhas da polpa e amêndoa da castanhola.....	70
7.4.3	Atividade antibacteriana das farinhas da polpa e amêndoa da castanhola.....	71
7.5	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DAS FORMULAÇÕES DE PÃES ENRIQUECIDAS COM FARINHA DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA.....	74
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSETIMENTO E ESCLARECIDO...	100
	APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO HEDÔNICA.....	103
	ANEXO A – IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA DA CASTANHOLA.....	104

1 INTRODUÇÃO

A árvore da castanhola (*Terminalia catappa* Linn) é um membro pertencente da família *Combretaceae*. No Brasil, é popularmente conhecida como castanheira, castanholeira, amêndoa da praia, amendoeira, coração-de-negro, chapéu-de-sol, sete copas, dentre outras denominações. A castanhola é originária da Ásia, particularmente da Índia, Malásia, Filipinas e Indonésia, Oceania e África (Anand; Divya; Kotti, 2015; Lorenzi *et al.*, 2003; Thomson; Evans, 2006).

O fruto da árvore da castanhola (*Terminalia catappa* Linn) é carnoso, indeiscente, drupáceo e glabo (Anand; Divya; Kotti, 2015; Souza *et al.*, 2016). É composto por três camadas bem definidas: casca (exocarpo), polpa (mesocarpo) e caroço rígido (endocarpo). No interior do caroço, encontra-se uma semente ou amêndoa oleaginosa, recoberta por uma película (Lima, 2012). As principais frações comestíveis do fruto da castanhola (polpa e semente/amêndoa), mesmo apresentando sabor agradável e adequado valor nutricional, são subutilizadas na alimentação humana (Lorenzi *et al.*, 2003; Thomson; Evans, 2006), abrindo assim possibilidades de estudos quanto ao aproveitamento tecnológico destas partes.

Nutricionalmente, pesquisas relatam teor apreciável de proteínas, carboidratos e fibras na polpa do fruto da castanhola (Souza *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2017). Já a amêndoa ganha relevância devido ao conteúdo de proteínas e lipídios (Ng *et al.*, 2015; Ladele *et al.*, 2016; Jahurul *et al.*, 2022). Neste sentido, o estudo realizado por Souza *et al.* (2016) destaca o perfil lipídico da amêndoa, com predominância de ácidos graxos insaturados, especialmente os ácidos graxos oleico, linoleico e linolênico, sendo estes conhecidos, respectivamente, como ômega 9, 6 e 3.

Estudos anteriores também reportam a presença de compostos bioativos no fruto da castanhola, entre eles, compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas (relacionado à pigmentação natural da polpa) e carotenoides. Estes compostos são apontados como responsáveis pela atividade antioxidante presentes na polpa e/ou na amêndoa da castanhola (Adefegha *et al.*, 2016; Lima, 2012; Marques *et al.*, 2012). Ademais, achados sobre as propriedades biológicas da castanhola demonstram que tais antioxidantes exercem efeitos anti-inflamatório (Ohara *et al.*, 2020), antitumoral (Pandya *et al.*, 2013) e antidiabético (Adefegha *et al.*, 2016; Behl; Kotwani, 2017).

No Brasil, não há um mercado estabelecido para comercialização do fruto ou produtos provenientes da castanhola, mesmo possuindo atrativos nutricionais e

funcionais (Marques *et al.*, 2012). Além disso, a castanhola, como a maioria dos frutos, tem um período de frutificação curto (novembro a março) e apresenta elevada perecibilidade, fatores que dificultam o desenvolvimento de um mercado consumidor consistente. Com isso, faz-se necessária a utilização de recursos tecnológicos, afim de evitar desperdícios, aumentar o apelo mercadológico e agregar valor comercial ao fruto. Assim, a separação de suas partes comestíveis, a elaboração de polpa ou a aplicação de técnicas de processamento tornam-se alternativas eficientes para seu melhor aproveitamento (Oliveira; Petrovick, 2010; Santos; Lorenzo; Lannes, 2016).

Para tal, a investigação aprofundada das características físico-químicas, nutricionais e funcionais de espécies vegetais exóticas, como a castanhola, subsidiará, em termos de uso tecnológico, o emprego apropriado de processos que melhor preservem os nutrientes, reduzam desperdícios e custos, como também, despertem maior interesse para outros nichos mercadológicos (Santos *et al.*, 2012; Teixeira, 2010). Nesta perspectiva, a secagem torna-se uma técnica conveniente para aplicação nos frutos da castanhola, pois pode proporcionar aumento da vida de prateleira do produto final, diversificar maneiras de consumo, concentrar os compostos bioativos presentes no fruto (Santos *et al.*, 2012; Oliveira; Petrovick, 2010), além de expandir o mercado de frutas exóticas como fontes alimentícias alternativas.

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios torna-se cada vez mais desafiador, ao passo que se têm observado mudanças no perfil dos consumidores e, conseqüentemente, no comércio de gêneros alimentícios. Esses desejam produtos que sejam mais saudáveis, sensorialmente atraentes e capazes de prevenir doenças. Somados a essas exigências, há também a busca por alimentos que evitem o desperdício e/ou gerem o menor impacto ao meio ambiente com sua produção (Brasil Food Trends 2020, 2010; Komatsu; Buriti; Saad, 2008), sendo o desenvolvimento de produtos de panificação uma alternativa eficiente frente a este contexto.

O pão é um dos produtos de panificação mais consumidos pela população mundial, sendo o pão de trigo o alimento mais popular nesta categoria. Tradicionalmente, o pão de trigo é elaborado a partir de farinha refinada, no entanto, o processamento desta matéria prima, especialmente na etapa de moagem, remove as camadas externas (farelo) e o gérmen do grão. Estas estruturas do grão do trigo são ricas fontes de fibra alimentar, frutanos e/ou outros compostos bioativos, como compostos fenólicos (Dewentinck *et al.*, 2008; Ragae *et al.*, 2011).

Por conseguinte, a introdução de farinhas obtidas a partir de sementes, devido ao seu conteúdo de fibras, proteínas, minerais e compostos bioativos, mostra-se uma alternativa eficiente para enriquecimento nutricional de pães à base de farinha de trigo refinada (Benítez *et al.*, 2018; Borges *et al.*, 2021; Zarzycki *et al.*, 2022).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 GÊNERO *Terminalia*

A família Combretaceae é composta por aproximadamente 600 espécies com árvores grandes ou médias, tendo como gêneros mais representativos *Combretum* e *Terminalia*, cada um contendo cerca de 250 espécies. Os exemplares do gênero *Terminalia* Linn estão majoritariamente distribuídos em regiões da Ásia, Austrália e África do Sul (Fan *et al.*, 2015; Santos; Lorenzo; Lannes, 2016).

O termo “Terminalia” é proveniente da palavra latina “*terminalis*”, em referência às folhas abundantes nas pontas dos galhos. A casca destas plantas geralmente tem rachaduras e galhos dobrados em camadas. A maioria das folhas são grandes, coriáceas com pequenas flores brancas verdes solitárias ou agrupadas. Os frutos das espécies *Terminalia* Linn drupáceas, com formato geralmente angular ou alada, apresentando colorações amarelos, vermelhos escuros ou pretos. Mais de 50 espécies deste gênero são frutos comestíveis com relevante valor nutritivo (Fan *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2019).

As espécies de *Terminalia* têm sido estudadas quanto à presença de compostos bioativos, justificando seu amplo uso na medicina tradicional asiática (indiana ayurvedica, tibetana e chinesa). Deste modo, destacam-se as espécies os *Terminalia bellirica*, *Terminalia catappa* Linn., *Terminalia chebula* Retz., *Terminalia brownii* Fresen, *Terminalia ferdinandiana* Exell, onde pesquisas recentes mostram notáveis efeitos anticancerígenos (Muthulakshmi *et al.*, 2022a; Sivamaruthi *et al.*, 2019), antimicrobianos (Akter *et al.*, 2019; Sivamaruthi *et al.*, 2019), antifúngicos (Salih *et al.*, 2017), antivirais (Li *et al.*, 2020), antiparasitário (Cock; Rayan, 2020), além de potente atividade antioxidante (Akter *et al.*, 2019; Kaneria *et al.*, 2018; Kumar *et al.*, 2018).

2.1.1 **Árvore da castanhola** (*Terminalia catappa* Linn)

A castanhola (*T. catappa* Linn.) é uma árvore popularmente denominada de castanheira, castanholeira, chapéu-de-sol, entre outras, sendo pertencente à família Combretaceae (Marques *et al.*, 2012; Thomson; Evans, 2006). É uma espécie originária de regiões tropicais da Ásia, África e Austrália (Anand; Divya; Kotti, 2015).

Mesmo sendo uma espécie exótica, a castanhola é uma árvore bem adaptada às regiões costeiras do Brasil, notadamente na região Nordeste, mostrando-se resistente ao calor, frio, escassez de água, ventos fortes e salinidade. (Lorenzi *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2010).

É uma árvore de grande porte, variando de 25 a 45 m de altura e 50 a 150 cm de diâmetro (Figura 1) (Thomson; Evans, 2006). A copa apresenta formato piramidal, onde os ramos secundários estão dispostos horizontalmente ao longo do tronco principal. Devido a essas características, as castanholas, normalmente, são plantadas com propósitos de sombreamento e ornamentação em regiões urbanas e rurais, tendo sido introduzida no Brasil para os mesmos fins. O tronco pode se apresentar reto ou tortuoso, com casca áspera de coloração parda (Kanerla *et al.*, 2018; Teixeira, 2010; Thomson; Evans, 2006). Segundo Thomson e Evans (2006), após 3 a 5 anos do plantio da árvore, observam-se frutificações regulares entre duas a três vezes ao ano. No Brasil, sua frutificação ocorre entre os meses de novembro a março (Santos *et al.*, 2008).

Figura 1 - Árvore da castanhola (*T. catappa* Linn).



Fonte: A autora (2020).

As folhas da árvore da *T. catappa* Linn apresentam de 15 a 25 cm de comprimento e 10 a 14 cm de largura. Apresentam aspecto ovoides, textura coriácea com nervuras perceptíveis, concentradas na extremidade dos ramos, conforme

ilustrado na Figura 2. São verde-escuras brilhantes e adquirem cor amarelada ou avermelhada no período próximo de caírem.

Figura 2 - Folhas e frutos da castanhola (*T. catappa* Linn).



Fonte: A autora (2020).

As flores, de um cm de diâmetro, são discretas, não exibem pétalas e com coloração branca a esverdeada. As árvores da castanhola exibem inflorescências unissexuais, ou seja, flores masculinas e femininas distintas na mesma árvore (Anand; Divya; Kotti, 2015; Teixeira, 2010).

2.1.2 Partes comestíveis do fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn)

O fruto é carnoso, indeiscente, drupáceo, glabo, possuindo cerca de 5 a 7 cm de comprimento e 3 a 5,5 cm de largura, com coloração variando do verde ao vináceo, quando maduros (Anand; Divya; Kotti, 2015; Souza *et al.*, 2016). Estruturalmente, os frutos drupáceos são compostos por uma casca (exocarpo), pela polpa (mesocarpo) de aspecto carnoso, suculento seguida de porção fibrosa e por um caroço duro/lenhoso (endocarpo). Ademais, no interior do caroço há uma semente comestível (amêndoa), que é recoberta por uma película. Esta amêndoa apresenta peso médio de 0,34 g, medindo aproximadamente 1,87 cm de comprimento e 0,62 cm de largura (Lima, 2012; Santos; Lorenzo; Lannes, 2016). Assim como a castanhola, são considerados frutos drupáceos alguns representantes das famílias *Roseaceae* e

Anacardiaceae, a exemplo da ameixa, damasco, pêssego, cereja e manga (Ivani *et al.*, 2008; Dikshit; Samudrasok, 2011).

A polpa é normalmente consumida *in natura*, apresentando sabor agradável, sendo bastante apreciada pelas crianças. Contudo, tanto a polpa, quanto a amêndoa, são fontes alimentícias pouco conhecidas pela população brasileira em geral (Ivani *et al.*, 2008; Santos; Lorenzo; Lannes, 2016). Assim, este fator pode justificar sua subutilização no consumo humano. A polpa tem ainda uso culinário destinado à elaboração de suco, mousse e geleia (Kinupp; Lorenzi, 2014).

A Tabela 1 mostra a composição nutritiva e não nutritiva da polpa da castanhola.

Tabela 1 – Nutrientes e composição não nutritiva da polpa da castanhola obtidas em diferentes países.

Composição	Índia* ¹		Piauí, Brasil* ²	Pará, Brasil* ³	Paraíba, Brasil** ⁴
	Polpa vermelha	Polpa amarela			
pH	-	-	-	4,15	3,83
Acidez titulável (% ácido cítrico)	-	-	-	0,11	7,40
Sólidos solúveis (°Brix)	-	-	8,00	11,8	9,89
Umidade (%)	89,35	83,15	17,2	16,54	2,15
Cinzas (%)	0,70	1,21	0,83	4,11	8,03
Proteínas (%)	1,95	1,65	2,30	2,54	16,70
Lipídios (%)	0,06	0,07	2,79	14,95	6,30
Carboidratos (%)	6,14	12,03	76,88	11,27	66,80
Amido (%)	-	-	-	19,57	-
Fibras (%)	1,75	1,9	-	31,68	-
Calorias (Kcal)	33	55,35	341,83	268,07	390,70
<i>Minerais (µg/g) ***</i>					
Sódio	752,41	495,18	-	-	-
Cálcio	7652,25	10346,35	-	-	-
Magnésio	526,69	521,31	-	-	-
Zinco	269,65	78,40	-	-	-
Potássio	636,15	636,15	-	-	-
Ferro	98,1	166,65	-	-	-

Fonte: Dikshit e Samudrasok (2011)¹; Marques *et al.* (2012)²; Santos, Lorenzo e Lannes (2016)³; Santos *et al.* (2017)⁴.

*Composição expressa em g por 100g de porção comestível com base em peso úmido. **Composição expressa em g por 100g de porção comestível com base em peso seco. ***Composição mineral expressa em µg por grama de porção comestível com em peso seco.

Os dados indicam que esta matriz alimentícia apresenta baixo percentual de acidez total titulável (0,11 g de ácido cítrico/100 g) e pH de 4,15 (alimento ácido), além de alto teor de sólidos solúveis totais (11,8 °Brix) (Santos; Lorenzo; Lannes, 2016), demonstrando potencial para aplicação na elaboração de bebidas e produtos lácteos, como iogurtes e sorvetes. Do ponto de vista nutricional, conforme disposto na Tabela 1, o fruto contém entre 6,14 – 76,88% de carboidratos; 1,95 – 2,54% de proteínas; 0,06 – 14,95% de lipídios (Dikshit; Samudrasok, 2011; Marques *et al.*, 2012; Santos; Lorenzo; Lannes, 2016). Santos, Lorenzo e Lannes (2016) destacam o conteúdo fibroso (31,68%), levando em consideração seu aspecto esponjoso, como também o teor de amido (19,57%). Este perfil de carboidratos confere alta capacidade de absorção de água e óleo à polpa, confirmando sua adequação para uso em diversos setores da indústria alimentícia.

Em estudo realizado por Santos *et al.* (2017), a polpa da castanhola foi submetida à secagem para obtenção de farinha, como processamento alternativo para melhor aproveitamento da matéria prima. Os resultados obtidos indicaram um produto com apreciável conteúdo nutricional (66,80% de carboidratos, 16,70% de proteínas e 6,30% de lipídios) e valor energético (390,70 Kcal/100g de farinha).

O óleo obtido da polpa de castanhola é composta, majoritariamente, de ácidos graxos saturados (50,1%), seguido de ácidos poliinsaturados (37,46%) e monoinsaturados (10,3%). Ademais, os principais representantes da fração lipídica são o ácido palmítico (C16:0 – 42%), ácido linoleico (C18:2 – 26%) e ácido oleico (C18:1 – 10,3%) (Santos *et al.*, 2020). Já a relação de ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S) foi de 0,7, sendo semelhante ao valor do azeite virgem extra (0,6) (Janporn *et al.*, 2015). Este indicador fornece informações relevantes quanto às propriedades nutricionais dos óleos comestíveis, pois proporções próximas ou superiores a um podem associar-se à prevenção do aumento do peso corporal em dietas ricas em gordura (Liao *et al.*, 2010).

Os dados relativos ao perfil mineral da polpa é bastante limitado. Neste sentido, os experimentos realizados por Dikshit e Samudrasok (2011), em duas variedades de frutos da *T. catappa*, parecem ser a única referência que se tem conhecimento. Conforme indicado na Tabela 1, foi estimada uma concentração de minerais de

interesse ao metabolismo humano, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, zinco e ferro, superior à diversas frutas drupáceas. Os autores destacam também que o quantitativo de sódio e zinco foram maiores na variedade vermelha, enquanto cálcio e ferro na amarela.

Pode-se destacar também os teores expressivos de β -caroteno, vitamina C e E mensurados nas variedades vermelha (2091 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 138,6 $\text{mg}/100\text{ g}$; 7,25 $\text{mg}/100\text{ g}$, respectivamente) e amarela (754 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; 105,4 $\text{mg}/100\text{ g}$; 6,68 $\text{mg}/100\text{ g}$, respectivamente) do fruto da *T. catappa* L. (Dikshit; Samudrasok, 2011). Contrariamente a este estudo, Marques *et al.* (2012) detectaram reduzido conteúdo de vitamina C nos frutos da castanhola, atribuindo principalmente à elevada pluviosidade registrada no estado de Piauí (Brasil) durante o período de colheita.

A amêndoa, de formato oval e coloração esbranquiçada, é revestida por uma película e apresenta, em média, 0,61 g (Instituto Plantarum, 2015; Souza *et al.*, 2016). Pode ser consumido crua, torrada e/ou caramelizada. Contudo, as amêndoas cruas devem ser ingeridas com parcimônia, devido à presença do fator antinutricional inibidor de tripsina. As amêndoas torradas podem ser aproveitadas na elaboração de sementes cristalizadas, biscoitos, pães, bolos, sobremesas e sopas (Arrázola-Paternina; Alvis-Bermúdez; Herazo-Camacho, 2015; Kinupp; Lorenzi, 2014; Oliveira *et al.*, 2000).

O conteúdo nutricional da amêndoa da castanhola pode variar quanto ao país de origem, à região de ocorrência, ou ainda, às questões climáticas no período de colheita. Como mostra a Tabela 2, os lipídios são os macronutrientes mais significativos na amêndoa, variando entre 48,81 – 61,76%. Ademais, seus teores de proteínas entre 17,66 – 37,99 % e 3,56 – 8,9% de carboidratos resultam em valor energético próximo a 600 Kcal/100g (Ng *et al.*, 2015; Ladele *et al.*, 2016; Jahurul *et al.*, 2022).

Os percentuais de fibras são apreciáveis (5,13 – 25,74%), sendo atribuída a estes compostos melhora da saúde intestinal, redução do colesterol sanguíneo, regulação do peso corporal, além de redução de risco de câncer colorretal. Desta maneira, a incorporação na dieta de matrizes alimentares com teores de fibras dietéticas expressivas, a exemplo da amêndoa da castanhola, podem ser uma conduta recomendada e benéfica para pacientes diabéticos e ateroscleróticos (Ng *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016; Jahurul *et al.*, 2022).

Os estudos orientados por Ng *et al.* (2015) em relação à composição de aminoácidos da amêndoa do fruto da castanhola, revelaram que o ácido glutâmico é o aminoácido majoritário com 5,69 g/100 g, seguido da arginina (3,95 g/100g) e ácido aspártico (2,15g/100g). Já histidina, metionina, tirosina e lisina mostraram-se aminoácidos limitantes nesta matriz alimentícia. Fato interessante dá-se no conteúdo limitante de lisina detectado nesta amêndoa, pois baixo nível deste aminoácido influencia positivamente na captação *in vivo* da arginina. Cabe ressaltar que a arginina é o precursor do óxido nítrico, detentor de diversas atividades biológicas incluindo vasodilatação, efeitos antioxidante e antiplaquetário, com repercussões positivas na redução do risco de doenças cardiovasculares (Wells; Mainous; Everett, 2005).

Tabela 2 – Composição nutritiva da amêndoa da castanhola obtidas em diferentes países.

Composição	Malásia ¹	Brasil ²	Benin ³	Sabah, Malásia ⁴	
				Kota Kinabalu	Keningau
Umidade (%)	6,23	5,65	5,50	6,87	6,92
Cinzas (%)	3,78	3,99	3,98	47	44
Proteínas (%)	17,66	37,99	20,14	22,4	21,98
Lipídios (%)	54,68	48,81	61,76	54,47	49,65
Carboidratos (%)	7,68	3,56	7,81	6,88	7,01
Amido (%)	1,22	-	-	-	-
Fibras (%)	9,97	25,74	-	5,13	5,36
Calorias (Kcal)	593,48	605,49	593,95	607,35	562,81
<i>Minerais (mg/100 g)*</i>					
Sódio	-	-	37,60	-	-
Cálcio	-	-	415,01	-	-
Magnésio	-	-	729,09	-	-
Zinco	-	-	9,67	-	-
Potássio	-	-	1718,12	-	-
Ferro	-	-	16,15	-	-
Fósforo	-	-	1804	-	-
Manganês	-	-	4,25	-	-
Cobre	-	-	4,63	-	-

Fonte: Ng *et al.* (2015)¹; Souza *et al.* (2016)²; Ladele *et al.* (2016)³; Jahurul *et al.* (2022)⁴.

*Composição expressa em g por 100g de porção comestível com base em peso úmido. **Composição expressa em g por 100g de porção comestível com base em peso seco. ***Composição mineral expressa em µg por grama de porção comestível com em peso seco.

Ferro, zinco, cobre, manganês, fósforo, potássio, sódio e cálcio são minerais presentes na amêndoa. A quantificação destes minerais, especialmente ferro, cobre e zinco torna-se relevante, uma vez que, são microelementos constituintes de várias proteínas e enzimas envolvidas no metabolismo dos macronutrientes e na função corporal (Ladele *et al.*, 2016). Desta maneira, a seleção e o consumo desta amêndoa oportunizam uma dieta equilibrada com potencial benefícios à saúde.

Além do alto conteúdo de lipídios (48,81 – 61,76%) (Tabela 2), é de grande interesse o perfil de ácidos graxos do óleo extraído da amêndoa conforme disposto na Tabela 3. Apresenta ainda 54,21% de ácidos graxos insaturados e 45,71% na forma de ácidos graxos saturados. Os principais ácidos graxos que compõem este óleo são o ácido palmítico (C14:0), oleico (C18:1, C9 – ω 9) e linolênico (C18:2, C9, C12 – ω 6). Na maioria dos estudos onde o perfil de ácidos graxos da amêndoa da castanhola foi estudado, o balanço de ácidos graxos do óleo para S:M:P está próximo ao preconizado pela diretriz dietética de gordura estabelecido pela American Health Association, que estabelece a razão de 1:1:1. Esta composição de ácidos graxos está mais equilibrada do que óleos vegetais popularmente consumidos, como óleo de soja, de coco e gergelim. A relação de ácidos graxos poli-insaturados e saturados (P:S) de diversos estudos (Ng *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016; Ladele *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2020; Jahurul *et al.*, 2022) é apresentado na Tabela 3, sendo semelhantes ao valor do azeite virgem extra (0,6). Esta relação fornece informações importantes sobre as propriedades nutricionais dos óleos comestíveis, pois proporções próximas ou superiores a um podem associar-se à prevenção do aumento do peso corporal em dietas ricas em gordura (Liao *et al.*, 2010).

O óleo extraído da amêndoa apresenta propriedades físico-químicas, como gravidade específica, viscosidade, valor de acidez e de peróxido, índices de saponificação e insaponificação e estabilidade térmica semelhantes aos encontrados no óleo de soja (Janporn *et al.*, 2015). Estudo conduzido por Santos *et al.* (2020), que realizaram extração de óleo por fluido supercrítico de CO₂, verificaram valores inferiores de acidez e peróxido aos níveis máximos recomendados pelo *Codex Alimentarius* para óleos virgens (4,0 mg KOH/g e 15 mEq/Kg, respectivamente). Parâmetros estes, relacionados ao estado de conservação do óleo. Assim, levanta-se a possibilidade de extração e processamento industrial para produção de óleo comestível da amêndoa da castanhola.

Tabela 3 – Composição de ácidos graxos e índices nutricionais do conteúdo lipídico da amêndoa da castanhola obtidas em diferentes países.

Composição	Malásia ¹	Para, Brasil ²	Benin ³	Pará, Brasil ⁴	Sabah, Malásia ⁵ Kota Kinabalu	Keningau
Ácidos graxos saturados						
Ácido capróico (C6:0)	-	-	0,05	-	-	-
Ácido caprílico (C8:0)	Traços	--	-	-	-	-
Ácido capríco (C10:0)	Traços	-	0,02	-	-	-
Ácido láurico (C12:0)	Traços	-	0,10	-	-	-
Ácido mirístico (C14:0)	0,09	0,08	0,09	-	0,08	0,07
Ácido pentadecílico (C15:0)	-	-	0,02	-	-	-
Ácido palmítico (C16:0)	28,98	34,28	24,72	35,9	31,32	30,10
Ácido margárico (C17:0)	-	-	0,07	-	0,09	0,08
Ácido esteárico (C18:0)	7,23	4,23	2,78	4,6	5,17	5,07
Ácido araquídico (C20:0)	0,70	0,30	-	-	0,58	0,55
Ácido beénico (C22:0)	0,19	-	0,08	0,08	0,20	0,19
Ácido lignocérico (C24:0)	0,10	-	-	0,03	0,13	0,10
Total	37,29	38,89	27,93	40,61	37,57	36,16
Ácidos graxos monoinsaturados						
Ácido palmitoleico (C16:1, C9)	0,34	-	0,25	0,42	0,31	0,34
Ácido oleico (C18:1, C9) ω 9	39,28	33,87	16,17	33,2	28,62	30,25
Ácido vacênico (C18:1, C11)	-	-	0,51	-	-	-
Ácido gadoleico (C20:1, C11)	-	-	0,05	-	0,10	0,10
Ácido erúcico (C22:1, C13) ω 9	Traços	-	-	-	-	-
Total	39,62	33,87	16,98	33,62	29,03	30,69

Ácidos graxos poli-insaturados						
Ácido linoleico (C18:2, C9, C12) ω 6	23,01	22,24	16,45	24,5	32,25	31,55
Ácido linolênico (C18:3, C9, C12, C15) ω 3	0,07	0,07	0,06	0,06	0,09	0,09
Ácido araquidônico (C20:4, C5, C8, C11, C14) ω 6	-	-	-	0,34	-	-
Total	23,08	22,31	16,51	24,9	32,34	31,64
Índices nutricionais						
P/S	0,62	0,57	0,59	0,61	0,86	0,87
S:M:P	0,9:1,7:1,6:	1,1:1,5:1,7	1,6:1:1,7	1,2:1,3:1,6	1,3:0,9:1,2	1,2:1:1,1

Fonte: Adaptado de Ng *et al.* (2015)¹; Souza *et al.* (2016)²; Ladele *et al.* (2016)³; Santos *et al.* (2020)⁴; Jahurul *et al.* (2022).
 Ácidos graxos saturados (S); ácidos graxos monoinsaturados (M); ácidos graxos poli-insaturados (P).

Quantitativo relevante de esteróis já foi determinado no óleo da amêndoa (3.402 mg/kg), sendo seu nível semelhante ao óleo de algodão e superior ao encontrado no óleo de soja. Aos esteróis vegetais imputam-se potenciais benefícios à saúde, especialmente o efeito de redução do colesterol. Igualmente, foi quantificado o conteúdo de γ -tocoferol (431,8 mg/kg), a única dentre as isoformas de tocoferóis encontrada neste óleo. Normalmente, óleos vegetais são uma fonte reconhecida de tocoferóis, também denominada de vitamina E, de caráter lipossolúvel que apresenta propriedades antioxidantes. Entre as isoformas, o γ -tocoferol seria mais potente do que o α -tocoferol na redução da agregação plaquetária e oxidação do colesterol LDL, refletindo no retardamento da formação de trombo intra-arterial (De Jong; Plat; Mensink, 2003; Janporn *et al.*, 2015).

2.2 ATIVIDADES BIOLÓGICAS DA ÁRVORE DA CASTANHOLA (*Terminalia catappa* Linn)

Os compostos bioativos podem ser entendidos como compostos orgânicos que podem ser extraídos de plantas (a exemplo de frutas, vegetais e grãos) e/ou seus co-produtos, ou ainda, produzidos durante o processamento de alimentos, sendo capazes de regular diferentes atividades biológicas, beneficiando a saúde (Biesalki *et al.*, 2009; Galanakis, 2017). Há uma grande diversidade de compostos bioativos, sendo substâncias essenciais e não essenciais ao organismo humano, destacando-se os fitoquímicos e as vitaminas (Ortega; Campos, 2019).

Biologicamente, os fitoquímicos são metabólitos secundários das espécies vegetais. Já os metabólitos secundários são compostos orgânicos biologicamente ativos, encontrados nas plantas, derivados de metabólitos primários, que apresentam efeitos farmacológicos no corpo humano (Bernhoft *et al.*, 2010). Sabe-se ainda que, estas substâncias não atuam especificamente sobre o metabolismo fotossintético ou respiratório básico da planta, não impactando de forma direta no crescimento e desenvolvimento vegetal. No entanto, muitos desses compostos desempenham funções relevantes na plantas, como proteção a herbívoros, defesas à infecções por microrganismos patogênicos, insetos ou mesmo predadores superiores, agindo também como atrativo para animais polinizadores (Azmir *et al.*, 2013; Bernhoft *et al.*, 2010). Quanto à estrutura química, os metabólitos secundários são substâncias muito

diversas, tendo como principais grupos, compostos fenólicos, terpenos, taninos, além de alcalóides e compostos nitrogenados. Assim, dentre os fitoquímicos, os compostos fenólicos são os mais estudados em frutas e seus co-produtos (Azmir *et al.*, 2013; Ortega; Campos, 2019; Girardelo *et al.*, 2020).

Os compostos fenólicos são estruturas que contêm um ou mais anéis aromáticos acoplados a um ou mais grupos hidroxila. Estes apresentam mais de 8.000 estruturas conhecidas. Em conformidade à sua estrutura química, os compostos fenólicos, são divididos em subgrupos: ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos), flavonoides (flavonas, flavanonas, flavanóis, flavonóis, isoflavonas, antocianidinas, taninos), estilbenos (resveratrol) e lignanas encontradas em plantas e alimentos de origem vegetal (Alara; Abdurahman; Ukaegbu, 2021; Tanase; Cosarcă; Muntean, 2019).

Em relação à espécie *T. catappa*, a maior parte dos estudos debruça-se sobre a bioatividade das folhas, onde as mesmas têm sido amplamente utilizadas na medicina popular para o tratamento de condições inflamatórias (Cock, 2015). Neste sentido, em pesquisa com modelos experimentais de roedores, Silva *et al.* (2015) avaliaram o efeito gastroprotetor e cicatrizante do extrato hidroetanólico das folhas de *T. catappa*. Os resultados mostraram satisfatório efeito gastroprotetor, estando este associado à via do óxido nítrico, ao aumento no nível de muco e das prostaglandinas endógenas, além da inibição da atividade das metaloproteinase (MMP-2 e MMP-9) presentes no tecido gástrico, refletindo em excelentes efeitos preventivos e curativos em úlceras gástricas agudas e crônicas induzidas. Além disso, foi verificado uma importante atividade contra *Helicobacter pylori*, sendo atribuído às propriedades antioxidantes presentes nos compostos fenólicos, incluindo punicalagina, punicalina e ácido galágico, contidos no extrato. De forma complementar, Ohara *et al.* (2020) verificaram que infusos das folhas da castanhola podem acelerar o processo de cicatrização em lesões gástricas, possibilitando ainda a recuperação tecidual da mucosa do estômago em ratos.

A literatura também remonta potencial efeito antidiabético atribuído à constituintes biologicamente ativos presentes nas folhas da castanhola. Divya *et al.* (2019) avaliaram efeitos antidiabéticos por meio de tratamento experimental em ratos com diferentes concentrações de extrato etanólico de folhas da castanhola. Assim, verificou-se que o tratamento com o referido extrato promoveu atividade antidiabética, alterando glicose sanguínea, hemoglobina glicosilada, glicogênio hepático, além de

enzimas envolvidas no metabolismo dos carboidratos, refletindo também no aumento dos níveis de insulina. Adicionalmente, estudo utilizando modelo experimental com “moscas diabéticas” investigou o efeito de visgo (planta que parasita folhas de diversas árvores) sobre a ação antidiabética das folhas da castanhola. Assim, as moscas que foram submetidas à dieta suplementada com folhas da castanhola infestadas com visgos mostraram melhora nos níveis de expressão de genes de peptídeos antioxidantes e semelhantes à insulina. Estes achados justificam-se pelos maiores teores de polifenóis, como ácidos fenólicos, flavanóis, flavonóis, flavanonas, juntamente com atividades antioxidantes e antidiabéticas aprimoradas em nível proteômico quando as folhas da castanhola são infestadas pelo visgo (Oyeniran; Ademiluyi; Oboh, 2021; Oyeniran *et al.*, 2022).

O estresse oxidativo crônico induzido por acetato de chumbo e toxicidades cardiorenais em ratos foi prevenida de maneira eficaz por meio da fração rica em polifenóis de extrato de folhas da árvore castanhola. Tal desfecho demonstra o potencial terapêutico da *T. catappa* como um suplemento que pode ser aplicado na intoxicação crônica por chumbo (Ajibade *et al.*, 2022).

Evidências robustas reforçam outros efeitos biologicamente relevantes associados às folhas da castanhola, como ação antimicrobiana (Aishwarya; Shetty; Saidutta, 2017; Lakshamanan *et al.*, 2022), anti-helmíntica (Katiki *et al.* 2017; Minsakorn *et al.*, 2021), anticâncer (Pandya *et al.*, 2013; Muthulakshmi *et al.*, 2022a) e antidepressiva (Chandrasekhar *et al.*, 2017). Além disso, pesquisa recente mostra que não foram evidenciados efeitos tóxicos, em órgãos e sistemas, em roedores quando avaliados frente à segurança oral de extratos aquosos das folhas da *T. catappa* (Iheagwam *et al.*, 2021).

Em adição aos estudos voltados à bioatividade das folhas da castanhola, Adeonipekun *et al.* (2023) investigaram o potencial medicinal de estames da *Terminalia catappa* L. e flores da mangueira (*Mangifera indica*) e anteras flamboiã (*Delonix regia*). Do ponto de vista fitoquímico, a triagem revelou a presença de flavonoides, taninos, esteroides, saponinas, antraquinonas, glicosídeos cardíacos, fenóis, alcaloides e terpenoides nas partes anatômicas das plantas testadas. Nesta perspectiva, as análises antimicrobianas mostraram que o extrato aquoso de *T. catappa* registrou a melhor inibição bacteriana seguido pelo extrato de N-hexano da mesma planta. Já os extratos de pólen de *D. regia* obtiveram os melhores resultados para a inibição fúngica. Assim, os dados revelados na pesquisa estimulam novos

estudos para uso na indústria alimentícia e para consideração farmacológica no isolamento de compostos bioativos alvo.

As investigações de compostos bioativos no fruto da *T. catappa* L., seja a polpa ou a amêndoa, ainda são insipientes, sendo necessário a ampliação de pesquisas para o melhor entendimento dos eventuais benefícios à saúde humana. Estudos quantificaram o conteúdo de compostos fenólicos em partes comestíveis do fruto da castanhola.

Marques *et al.* (2012) detectaram o teor de 142,84 e 244,33 mg EAG/g (equivalente de ácido gálico por grama da amostra) em extratos com éter-etílico e etanol e aquoso, respectivamente. Embasados em seus resultados, estes autores constataram que a polpa apresenta concentrações superiores em relação ao caju (10,4 mg EAG /g).

Já Adefegha *et al.* (2016), ao analisar o extrato metanólico do pó da polpa (sem a casca) da castanhola, verificaram valores de fenólicos totais de 4,00 mg EAG/100 g e de flavonoides totais de 1,35 mg EQ/100 g. Tais ensaios também sinalizaram potentes propriedades antioxidantes conferidos aos compostos fenólicos. Estes foram detectados no fruto na forma de ácidos fenólicos (ácido elágico, ácido gálico, ácido clorogênico e ácido cafeico) e flavonoides (isoquercitina, caempferol, quercitina, rutina, epicatequina e catequina). Atribuíram-se a estes compostos, efeitos erectogênicos, anti-hipertensivos e antidiabéticos avaliados no estudo.

Behl e Kotwani (2017) verificaram que extrato hidroalcoólico da polpa do fruto da *T. catappa* L. apresentou efeito anti-hiperglicêmico expressivo, além de proporcionar diminuição de peso corporal em ratos diabéticos. Além disso, os autores imputam o desfecho promissor aos resultados obtidos na triagem fitoquímica que revelaram a presença de taninos (10,50%), alcalóides (1,95%), saponinas (19,99%) e polifenóis totais (12,01%).

Kaneria *et al.* (2018) ao investigarem a eficiência de métodos para extração de fitoquímicos da casca, quantificaram valores de compostos fenólicos totais entre 98,84 a 108,24 mg EAG/g. Os resultados revelaram, ainda, que a casca do fruto da castanhola é uma boa fonte de compostos com atividade antioxidante. Somam-se ainda as pesquisas orientadas por Uchida *et al.* (2023), onde obtiveram valores de compostos fenólicos entre 2,74 a 2,98 mg EAG/g de extratos aquoso e aquoso-etanólico (50%/50%) da polpa da castanhola. Além do mais, o extrato aquoso mostrou-se eficiente na desativação da α -amilase, visto que compostos fenólicos

podem formar complexos com enzimas digestivas, limitando as ações das mesmas. Assim, o atraso na ação da α -amilase pode controlar a concentração de glicose no sangue. Desta forma, os autores consideram que o estudo proporciona a ampliação das possibilidades de aplicação dos bioativos do fruto de *T. catappa* para fins farmacêuticos ou cosméticos.

A pesquisa conduzida por Ladele *et al.* (2016) foi pioneira quanto à determinação de compostos bioativos contidos na amêndoa do fruto da *T. catappa* L. Nela, por meio de análise fitoquímica revelou-se a presença de alcaloides, taninos, taninos gálicos, catequinas, derivados de quinona, mucilagem, compostos derivados combinados de antraceno e esteroides, possuindo estes compostos propriedades biológicas de interesse à saúde humana. Além disso, o conteúdo de fenólicos totais foi de 3,55 g/100 g de peso seco. Já Jahurul *et al.* (2022) referiram diferença expressiva dos teores de compostos fenólicos de óleos das farinhas das amêndoas de cultivares de *T. catappa* existentes em duas diferentes localidades de Sabah, Malásia.

Perante o exposto, prospecta-se um cenário promissor para novos estudos sobre a composição nutricional, de bioativos e seus efeitos, além da determinação das propriedades tecnológicas das partes comestíveis do fruto da castanhola. E assim, proporcionar o estímulo ao consumo desse fruto, exploração tecnológica de novos produtos com apelo às propriedades funcionais, como também, agregação de valor a uma espécie subutilizada.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Segundo dados da Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO, 2012), até 2050 será indispensável o aumento da produção de alimentos em 60% para atender as necessidades básicas da população mundial, em razão das mudanças climáticas e do constante crescimento populacional. Paralelamente, observa-se que o mercado de produtos alimentícios vem passando por mudanças consistentes nas últimas décadas, onde, cada vez mais, os consumidores requerem alimentos que extrapolem as funções nutricionais básicas (Girardelo *et al.*, 2020; Schulz *et al.*, 2020). Em vista disso, o esforço por soluções para minimizar perdas agrícolas (especialmente de frutas exóticas e/ou nativas),

agregar valor aos coprodutos e atender à demanda dos consumidores faz-se urgente (Reis; Schmiele, 2019).

Em resposta a este cenário, estudos científicos têm buscado alternativas para suprir tais necessidades mercadológicas, notadamente utilizando frutos e/ou seus coprodutos, tanto na forma *in natura* (Cervera-Chiner *et al.*, 2021), como submetidos a processos de secagem (Assis *et al.*, 2019; Chagas *et al.*, 2021).

2.3.1 Pão

O pão é definido como o produto obtido da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionado de líquido, resultante do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (Brasil, 2005). Os ingredientes adicionados são açúcares, ovos, leite, aromatizantes e corantes que dão as características dos vários tipos de produtos comerciais.

Por ser um dos alimentos mais consumidos, o pão vem se mostrando alvo de modificações para se adequar à necessidade de grupos específicos da população, como diminuição da densidade calórica para o controle da obesidade, formulações sem glúten para pacientes celíacos, e enriquecimento com fibras para auxiliar no aumento do consumo dietético de fibras (Borges *et al.*, 2021; Villasante *et al.*, 2022). Paralelamente, há o crescente interesse dos consumidores pelos benefícios dos alimentos para a saúde, impulsionando o desenvolvimento de novos produtos alimentares e a introdução de alterações nas receitas dos produtos tradicionalmente consumidos. Essas tendências também se aplicam a produtos de panificação, incluindo pão.

Para aumentar o valor nutricional do pão, sua formulação pode ser modificada com a introdução de ingredientes adicionais com maior valor nutricional, como farinhas de sementes, inclusive resíduos e subprodutos da indústria alimentícia, principalmente aqueles ricos em fibras, proteínas, minerais e compostos bioativos, sem repercutir, de forma substancial, sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais dos pães (Benítez *et al.*, 2018; Borges *et al.*, 2021; Zarzycki *et al.*, 2022).

Villasante *et al.* (2022) avaliaram o efeito da adição da casca de noz-pecã em pó (não extrusado e extrusado) nas proporções 5, 10 e 15 % sobre as propriedades físicas de pães. Após a elaboração e caracterização das formulações observou-se

que o pão com o maior nível de substituição que não prejudicou significativamente suas propriedades físicas foram aqueles adicionados com 5% da casca de noz-pecã em pó extrusado. Além disso, a análise sensorial dos pães mostrou aceitabilidade geral adequada pelos consumidores, tanto para o pó extrusado, quanto o não extrusado.

Diferentes proporções (5, 10, 15 e 20%) de concentrado proteico de castanha de caju (CPCC) foram utilizados como substitutos parciais de farinha de trigo na elaboração de pães. Assim, os efeitos desta incorporação sobre as formulações produzidas foram investigados quanto às propriedades físico-químicas, atividade antioxidante e aceitabilidade do consumidor. Verificou-se aumento significativo do conteúdo de proteínas, minerais e fibras, tendo em contrapartida, redução do teor de carboidratos das formulações elaboradas com o CPCC em comparação ao pão controle (100% de farinha de trigo). A substituição da farinha de trigo por CPCC promoveu ainda incremento no peso do pão, enquanto o volume específico diminuiu. Por fim, os dados das propriedades sensoriais mostraram que o pão com a melhor aceitação global foi preparado com até 15% de CPCC, além de apresentar os valores de fenólicos totais mais elevados e maior atividade antioxidante (atividade de eliminação dos radicais DPPH, ABTS e poder antioxidante redutor do íon férrico) (Eswaran *et al.*, 2023).

A substituição da mistura referência, composta por farinha de arroz e amido de milho, por farinha de feijão branco e avelã (isoladas ou combinadas, em proporções de 15 a 30%) para produção de pães sem glúten foi proposta por Tuma *et al.* (2023). As análises referentes às propriedades físicas das amostras frescas e armazenadas (até 48 horas) revelaram que o pão referência apresentou maior volume específico e menor dureza, com a formulação enriquecida com 15% de farinha de avelã apresentando as características mais próximas desta amostra. Notou-se ainda que, após 48 horas de armazenamento, a dureza do pão com 15% de farinha de avelã era inferior ao pão referência. Em suma, os referidos autores enfatizaram que o estudo proporcionava novas aplicações para farinhas de feijão branco e avelã, demonstrando ainda que a reformulação planejada pôde ajudar a desenvolver um pão mais saudável.

Neste contexto, o desenvolvimento de formulações de pães enriquecidos com a farinha da amêndoa da castanhola, oportuniza a introdução de uma matéria prima com potencial mercadológico. Além do mais, o pão é um produto de fácil

processamento, apresenta importante apelo nutricional, como também boa aceitação sensorial entre os consumidores habituais de produtos de panificação.

3 JUSTIFICATIVA

No Brasil há uma grande diversidade de espécies vegetais exóticas, em especial frutos e hortaliças ainda pouco exploradas cientificamente até o presente momento. Entre estas espécies, destaca-se a castanhola (*T. catappa* Linn), fruto proveniente de uma planta de origem asiática, introduzida no país para fins ornamentais e de reflorestamento em áreas urbanas e rurais. Os frutos, do ponto de vista nutricional, necessitam ser melhor caracterizados, para que haja maior estímulo ao seu consumo. Alguns estudos prévios indicam que a polpa da castanhola apresenta adequado teor de carboidratos, podendo ser inserido na dieta habitual da população em geral. Já a amêndoa é rica em proteínas e lipídios, com potencial para extração e aproveitamento de óleo comestível. Além disso, as partes comestíveis do fruto (polpa e amêndoa) apresentam diversos compostos bioativos com potente atividade antioxidante, possuindo indícios de atividade antidiabética, antitumoral e propriedades afrodisíacas. Outro ponto que substancia esta pesquisa é a escassez de literatura com aplicação tecnológica para melhor aproveitamento das frações comestíveis da castanhola, afim de torná-las mais atrativas, oportunizar diversificação e exploração comercial do fruto, como também, proporcionar geração de empregos e renda nos mais diversos setores da economia local e/ou regional.

4 HIPÓTESE

As partes comestíveis do fruto da castanhola (*T. catappa* Linn) são matérias primas alternativas e viáveis ao desenvolvimento de produtos alimentícios, devido às suas propriedades nutricionais, bioativas e tecnológicas.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

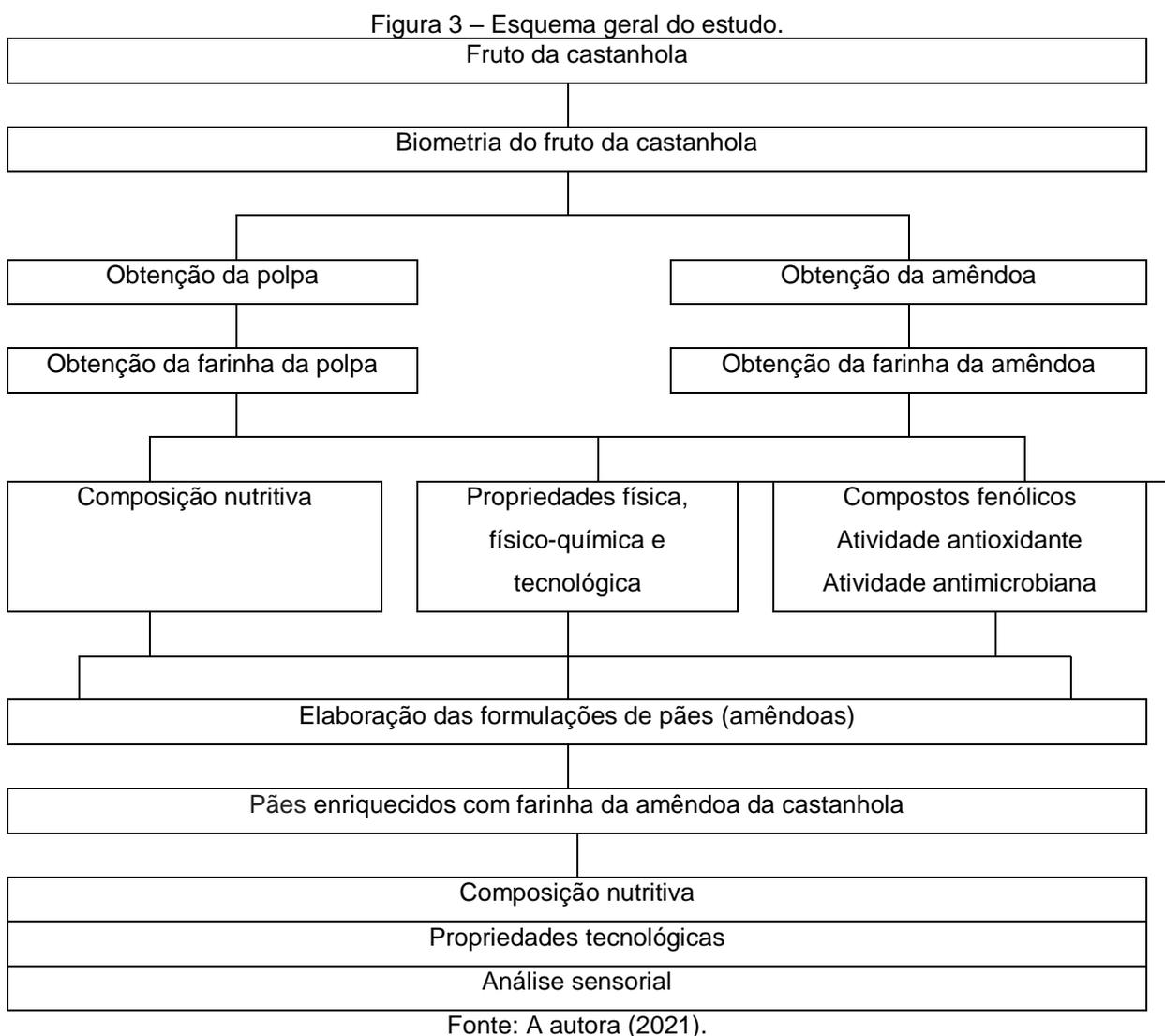
- Caracterizar as propriedades nutricionais, bioativas e tecnológicas das farinhas da polpa e da amêndoa e de pães enriquecidos com a farinha da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar a farinha da polpa e da amêndoa;
- Analisar as características físicas, físico-químicas e composição centesimal da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola;
- Determinar o conteúdo de compostos bioativos da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola;
- Avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola;
- Analisar atividade antimicrobiana da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola;
- Elaborar e caracterizar formulações de pães a partir da farinha da amêndoa do fruto da castanhola;
- Investigar os atributos sensoriais das formulações enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 3 apresenta o esquema geral empregado na presente tese, evidenciando as etapas experimentais envolvidas no estudo.



As análises de composição nutritiva, propriedades físicas, físico-químicas das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola foram realizadas no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). As propriedades tecnológicas e atividades microbianas das farinhas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP, UFPE. Os ensaios para determinação do conteúdo total e perfil dos compostos fenólicos e atividade antioxidante foram conduzidos no Laboratório de Cromatografia Líquida, do Departamento de Tecnologia em

Alimentos, Campus Petrolina, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃO). A elaboração das formulações de pães, bem como as caracterizações dos produtos foram executados no Laboratório de Técnica Dietética e Tecnologia de Alimentos do Centro Universitário Frassinetti do Recife – UniFAFIRE e LEAAL (UFPE), respectivamente. Já os testes sensoriais realizados nas formulações dos pães ocorreram no LEAAL (UFPE).

6.1 LOCAL E COLHEITA DOS FRUTOS

Os frutos da castanhola (*T. catappa* Linn) utilizados nesta pesquisa foram coletados de árvores adultas, localizadas no município de Igarassu – PE, sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 07°50'16.3"Sul, longitude 34°54'22.4" Oeste e altitude 20 metros, nos períodos de fevereiro e março (2020); dezembro (2020) a março (2021); dezembro (2021) a março (2022). A identificação botânica do fruto foi realizada pela equipe do herbário do Departamento de Botânica do Centro de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil (ANEXO A). A seleção dos frutos foi conduzida de acordo com estágio de maturação em que são consumidos (coloração vermelha a roxa), conforme exibido na Figura 4. A colheita dos frutos foi efetuada manualmente, conforme sua aparência externa (integridade satisfatória da amostra mediante seu estado de conservação).

Figura 4 – Frutos da castanhola (*T. catappa* Linn) selecionados.



Fonte: Autoria própria, 2020.

6.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

Os frutos da castanhola (*T. catappa* Linn) foram transportados em sacolas plásticas ao Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição da UFPE. Neste local, os frutos foram lavados, sanitizados em solução clorada a 100 ppm por 15 minutos, enxaguados em água corrente e secos em papel toalha. Em seguida, foi realizada a análise biométrica dos frutos. Após esta etapa, os mesmos foram despoldados manualmente, com o auxílio de faca inoxidável, sem a separação da casca. Os caroços foram submetidos à secagem em temperatura de 60 °C por dois dias, para facilitar a quebra e retirada da amêndoa. A polpa e as amêndoas obtidas foram embaladas e mantidas congeladas a -18 °C até o uso.

6.3 PESO MÉDIO E ANÁLISE BIOMÉTRICA DOS FRUTOS DA CASTANHOLA

Cinquenta frutos foram selecionados de forma randomizada, tendo como ponto de corte a presença de injúrias mecânicas ou uniformidades que impedissem a acurácia das medidas propostas. Em seguida, os frutos foram pesados em balança semi-analítica (marca Bel – S203H) e o peso médio, em gramas, foi calculado pela razão entre a soma do peso dos frutos e número de frutos selecionados, por meio da fórmula 1:

$$\text{Peso médio} = \frac{\text{soma do peso dos frutos}}{\text{número de frutos selecionados}} \quad (1)$$

As medidas biométricas (comprimento, largura e espessura) do fruto *in natura* da castanhola foram realizadas por meio de paquímetro digital (marca ZAAS-1.0004) (Figura 5).

Figura 5 - Medida biométrica da castanhola (*T. catappa* Linn).

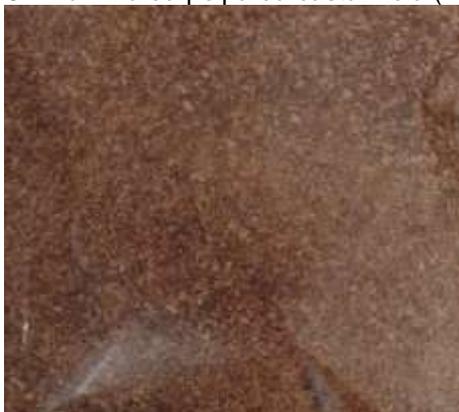


Fonte: A autora (2020).

6.4 OBTENÇÃO DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DE CASTANHOLA

O processo de secagem da matéria prima seguiu metodologia proposta por Santos *et al.* (2017), com pequenas modificações. A polpa *in natura* dos frutos da castanhola foi acondicionada em bandejas de inox e colocada em estufa com circulação de ar forçada, a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$ por 8 horas. Após a desidratação da polpa, o material obtido foi moído em triturador, peneirado (peneira 20 *mesh*), envasado em sacos de polietileno e cobertos com papel laminado, sendo congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o uso (Figura 6).

Figura 6 – Farinha da polpa da castanhola (*T. catappa* Linn).



Fonte: A autora (2021).

Para obtenção da farinha da amêndoa da castanhola, as sementes dos frutos da castanhola (oriundas do despulpamento dos frutos) foram postas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Após esse período, as

mesmas foram quebradas manualmente, retirando-se as amêndoas que foram moídas em triturador e peneiradas (peneira 20 *mesh*). Por fim, a farinha foi porcionada em sacos de polietileno, cobertas com papel laminado e armazenadas sob congelamento (- 18 °C) até o uso (Figura 7).

Figura 7 – Farinha da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).



Fonte: A autora (2021).

6.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

A composição centesimal da farinha da amêndoa da castanhola foi realizada por meio da determinação do teor de umidade, cinzas, proteínas, gorduras, carboidratos e sólidos totais, acrescidos do Valor Energético Total (VET). Os mesmos parâmetros e procedimentos foram aplicados para determinação da composição centesimal da farinha da polpa da castanhola.

6.5.1 Umidade

O teor de umidade foi realizado a partir da determinação gravimétrica das amostras em estufa a 105 °C, até peso constante (método 925.10:2005) (AOAC, 2005).

6.5.2 Cinzas

A determinação das cinzas foi realizada gravimetricamente através do resíduo mineral fixo obtido em mufla à 550 °C, até peso constante (método 923.03) (AOAC, 2005).

6.5.3 Proteínas

A análise de proteínas foi realizada baseando-se na determinação do teor de nitrogênio total por destilação em aparelho *Kjeldhal* (método 945.18-B) (AOAC, 2005), utilizando o fator 6,25 para cálculo da concentração de proteína da farinha da polpa. O fator de conversão utilizado para amostra da amêndoa foi 5,18 (Ng *et al.*, 2015).

6.5.4 Lipídios

Os teores de lipídios foram determinados pelo método 920.39C (AOAC, 2005), baseado na extração direta em aparelho tipo Soxhlet utilizando como solvente éter de petróleo.

6.5.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre as porcentagens de umidade, cinzas, gordura e proteínas (Brasil, 2020).

6.5.6 Sólidos totais

O resíduo seco foi calculado, subtraindo-se de 100 g da amostra o número de g de “umidade por cento” analisada (método 934.06) (AOAC, 2005).

6.5.7 Valor Energético Total

Para o Valor Energético Total (VET) das farinhas da polpa e da amêndoa foram utilizados os fatores de conversão de Atwater [(4 kcal x g proteínas) + (4 kcal x g carboidratos) + (9 kcal x g lipídios)]. O resultado foi expresso em kcal/100 g de produto (Brasil, 2020).

6.6 ANÁLISES FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

A caracterização física, físico-química e tecnológica das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola foram realizadas, em triplicata, para os valores de pH, acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix), densidade aparente, capacidade de absorção de água e de óleo, além da análise colorimétrica, de acordo com as seguintes metodologias:

6.6.1 pH

Para medição do pH das amostras, 10 g de cada farinha foram incorporados em 100mL de água destilada e agitados, seguido de 30 minutos de repouso e filtração. Os filtrados obtidos seguiram para leitura em potenciômetro digital (marca MicroNAL B474®) (Dias; Sajiwanie; Rathnayaka, 2020).

6.6.2 Acidez titulável

A acidez foi determinada por titulação, utilizando-se solução de hidróxido de sódio a 0,1N conforme método 942.15 (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico/100 g para a polpa e mEq/100 g para a amêndoa.

6.6.3 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis da farinha da polpa de castanhola foram mensurados a partir da transferência de 1 a 2 gotas da amostra para o prisma de um refratômetro de bancada do tipo Abbé a 20°C (ModellezausJENA 375320), a partir do método 932.12 AOAC (2005), sendo os resultados expressos em °Brix.

6.6.4 Densidade aparente

A determinação da densidade aparente das farinhas foi conduzida conforme preconizada por Brito *et al.* (2020), onde cinco gramas de cada farinha foram pesados em uma proveta de 50 ml. Os volumes ocupados por cada amostra foram anotados. Desta forma, com base no peso e volume, a densidade aparente foi indicada por g/mL.

6.6.5 Capacidade de absorção de água e óleo

Em relação ao ensaio para verificação da capacidade de absorção de água, foram pesados, em tubos de centrifugação, um grama das farinhas (polpa e amêndoa), sendo então misturados com 10 mL de água destilada por 30 segundos. Após esta etapa, as amostras foram deixadas em temperatura ambiente por 30 minutos e, em seguida, centrifugadas a 3000 rpm por 30 minutos. O volume do sobrenadante de cada tubo foi anotado.

A absorção de água foi calculada como a diferença entre o volume inicial de água adicionado à amostra e o volume do sobrenadante, sendo a medida mensurada em mL/g. O mesmo procedimento foi realizado para determinar a capacidade de absorção de óleo, substituindo água por óleo de soja (Brito *et al.*, 2020).

6.6.6 Análise de cor

A análise colorimétrica foi conduzida utilizando o colorímetro Chroma Meter CR – 400 (Konica Minolta Sensing Inc, Sakai, Japan). Foram realizadas três medições da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola, para determinar valores L^* , a^* e b^* , pela escala de Hunter, onde: L^* representa a luminosidade, que vai de 0 (preto) a 100 (branco); a^* representa o eixo vermelho-verde (valores positivos para vermelho e valores negativos para verde e o 0 é neutro), e b^* representa o eixo amarelo-azul (valores positivos para amarelos e valores negativos para azul e 0 é neutro) (Brito *et al.*, 2020).

6.7 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DOS EXTRATOS DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

6.7.1 Obtenção dos extratos

Os extratos das farinhas da polpa e amêndoa foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva *et al.* (2022), com pequenas adaptações, utilizando água destilada e álcool metílico absoluto (PA) (marca Merck, Darmstadt, Alemanha). As extrações foram realizadas a partir de um grama de cada amostra acondicionadas em tubos Falcon e misturadas com 10 mL de solução de álcool metílico e água (70:30,

v/v). As amostras foram submetidas à extração em um banho ultrassônico (modelo USC – 1800, Unique, Indaiatuba, São Paulo, Brasil) a 40 KHz por 60 minutos, a 25°C, sendo em seguida centrifugadas (5500 x g) por 15 minutos. Os sobrenadantes foram prontamente coletados e armazenados em vidros âmbar sob refrigeração a 4 °C até o uso. Os extratos foram utilizados para determinação do teor e perfil dos compostos fenólicos, bem como para avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e antimicrobiana.

6.7.2 Determinação do teor de compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais dos extratos metanólicos das amostras das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola foi determinado usando reagente *Folin-Ciocalteu* (marca Merck, Darmstadt, Alemanha), seguindo metodologia descrita por Padilha *et al.* (2017) com adaptações de Dutra *et al.* (2018). O ácido gálico foi usado como padrão e as concentrações fenólicas nas amostras das farinhas foram expressas em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g.

6.7.3 Determinação do perfil de compostos fenólicos

Os perfis dos compostos fenólicos dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa foram determinados conforme metodologia proposta por Singleton e Rossi (1965) com adaptações de Dutra *et al.* (2018). Neste procedimento foi utilizado cromatógrafo líquido (Agilent 1260 Infinity LC System, Agilent Technologies, Santa Clara – EUA) acoplado a um detector de arranjo de diodos (DAD) (modelo G1315D). Os dados foram processados no software OpenLAB CDS ChemStation Edition (Agilent Technologies, Santa Clara – EUA).

A detecção dos compostos foi realizada a 220 nm para (+)-catequina, (-)-epigallocatequina, (-)-epicatequina galato, procianidina B1 e procianidina B2; 280 nm para ácido gálico e ácido siríngico; 320 nm para ácido caftarico, ácido cafeico e ácido q-cumárico; e 520 nm para malvidina 3,5-diglucósido, cianidina 3,5-diglucósido, pelargonidina 3,5-diglucósido, peonidina 3-O-glucósido e malvidina 3-O-glucósido.

A coluna utilizada foi uma Zorbax Eclipse Mais RP-C18 (100 4,6 mm, 3,5 μ m) (coluna de resolução rápida) e a pré-coluna era uma Zorbax C18 (12,6 4,6 mm, 5 μ m), ambos fabricado pela Zorbax (EUA). A temperatura do forno foi mantida em 35 °C, o volume de injeção foi de 20 μ L e a taxa de fluxo foi de 0,8 mL/min. O gradiente utilizado na separação foi de 0-5 min: 5% B; 5–14 min: 23% B; 14–22 min: 26% B; 22-25 min:

80% B, onde o solvente A foi uma solução de ácido fosfórico 0,1 M (pH 2,0) e o solvente B foi metanol acidificado com H₃PO₄ 0,5%.

6.8 DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DOS EXTRATOS DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

6.8.1 Método DPPH⁺ (2,2 difenil-1-picril-hidrazil)

A atividade antioxidante *in vitro* através da redução do radical DPPH⁺ (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) foi determinada através de metodologia adaptada de Padilha *et al.* (2017). Alíquotas das soluções dos extratos metanólicos em diferentes concentrações foram adicionadas a solução de DPPH (100 µmol/L) e incubada por 30 minutos, protegida da luz. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517 nm, 30 minutos após a adição dos extratos das farinhas. O padrão analítico (Trolox) foi usado para construir as curvas de calibração (0,2–2,0 mM/L). Os resultados foram expressos em percentual de sequestro do radical DPPH, conforme fórmula 2:

$$\% \text{ Sequestro de DPPH} = \frac{(\text{Absorbância Controle} - \text{Absorbância da Amostra})}{\text{Absorbância Controle}} \times 100 \quad (2)$$

6.9 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DOS EXTRATOS DAS FARINHAS DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

A atividade antimicrobiana das farinhas da polpa e da amêndoa do fruto da castanhola foi realizada contra microrganismos patogênicos de alimentos: *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7664), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella enterica* (ATCC 14028), *Enterococcus faecalis* (ATCC 19433). As concentrações inibitórias mínimas (CIM) para bactérias seguiram o teste de microdiluição em microplacas de 96 poços.

As bactérias testadas foram cultivadas em caldo Brain Heart Infusion (BHI) por 24h a 37 °C (Melo *et al.*, 2018). Diferentes concentrações de amostras (0 a 600 µg/mL) foram adicionadas a cada poço, seguidas de caldo BHI e inóculo, totalizando um volume de 100 µL por poço. As amostras foram incubadas a 37 °C por 24 horas para crescimento bacteriano.

Para a CIM bacteriana, 30 µL de resazurina foram adicionados a cada poço e a placa foi novamente incubada a 37 °C por 1 h. Após esse período, a ausência da mudança de cor indicou a CIM como a primeira concentração sem crescimento microbiano visível (Melo *et al.*, 2018).

6.10 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS A PARTIR DAS MATRIZES ALIMENTÍCIAS DA CASTANHOLA

6.10.1 Elaboração de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

Os insumos necessários para elaboração dos pães foram obtidos no comércio local da Região Metropolitana de Recife. As formulações dos pães seguiram metodologia descrita por Villasante *et al.* (2022) com pequenas adaptações. As formulações dos pães foram codificadas da seguinte maneira: pão controle – sem adição da farinha da amêndoa da castanhola – (PFACO); pão adicionado de 5% da farinha da amêndoa em relação ao peso da farinha de trigo (PFAC 5); pão adicionado de 10% da farinha da amêndoa em relação ao peso da farinha de trigo (PFAC 10); pão adicionado de 15% da farinha da amêndoa em relação ao peso da farinha de trigo (PFAC 15) e as proporções dos ingredientes estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Ingredientes e suas proporções para formulações de pão enriquecido com diferentes porcentagens da farinha da amêndoa da castanhola.

Ingredientes	Formulações			
	PFAC 0	PFAC5	PFAC10	PFAC15
Farinha de Trigo	100	95	90	85
Farinha da amêndoa da castanhola	-	5	10	15
Açúcar	6	6	6	6
Margarina	3,5	3,5	3,5	3,5
Leite em pó	2	2	2	2
Sal	1	1	1	1
Fermento biológico (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	1,5	1,5	1,5	1,5
Água	65	65	65	65

Fonte: Adaptado de Villasante *et al.* (2022).

Formulações PFAC 0= Pão controle (sem adição da farinha da amêndoa); PFAC 5= Pão adicionado de 5% da farinha da amêndoa em relação ao peso da farinha de trigo; PFAC 10= Pão adicionado de 10% da farinha da amêndoa em relação ao peso da farinha de trigo; PFAC 15= Pão adicionado de 15% da farinha da amêndoa em relação ao peso da farinha de trigo.

O pão controle foi produzido com 100% de farinha de trigo refinada. Parte da farinha de trigo refinada foi substituída pela farinha da amêndoa da castanhola (FAC) nas proporções de 5%, 10% e 15% (p/p). Na produção dos pães, os demais ingredientes foram expressos em base de farinha, sendo os mesmos pesados conforme preconizado para cada formulação e misturados com água filtrada (65% do peso total), até a obtenção de uma massa uniforme. A massa foi sovada até obter aspecto liso e uniforme, seguindo para descanso por 15 minutos. Ao fim deste período, a massa foi disposta em forma retangular “tipo pão de forma”, para fermentação por 30 minutos. Os pães foram assados em forno, à temperatura de 180 °C por 30 minutos. Após a etapa de forneamento, os produtos foram resfriados em temperatura ambiente, seguidos do corte em fatias de 2 cm de espessura, sendo armazenados em sacos de polietileno selados para posterior análise.

6.10.1.1 Composição centesimal das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

A composição centesimal das formulações dos pães enriquecidos com diferentes proporções da farinha da castanhola foi realizada para os valores de umidade (método 925.10:2005), teor de cinzas (método 923.03), proteínas (método 945.18-B), gorduras (método 920.39C) (AOAC, 2005). Já teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre as porcentagens de umidade, cinzas, proteínas e lipídios (Brasil, 2020). Os valores energéticos totais das formulações foram expressos em kcal/100 g de produto (Brasil, 2020).

6.10.1.2 Análises tecnológicas das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

6.10.1.2.1 Determinação do volume específico e dimensões das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

O volume específico foi determinado através do quociente entre o volume (cm³) e a massa (g) de cada amostra dos pães forneados, conforme descrito por Brito e Cereda (2015). As dimensões de largura e altura foram medidas com paquímetro digital (marca ZAAS-1.0004). Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

6.10.1.2.2 Avaliação de cor das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

A determinação colorimétrica das formulações foi efetuada utilizando colorímetro (Chroma Meter CR – 400, Konica MinoltaSensingInc, Sakai, Japan), segundo metodologia descrita por Brito *et al.* (2020). Foram realizadas três medições para cada formulação, onde as mesmas foram avaliadas através dos parâmetros, L*, a* e b*. O parâmetro L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* são responsáveis pela cromaticidade (+a* vermelho e -a* verde, + b* amarelo e -b* azul). A diferença de cor total (ΔE^*) entre a amostra de controle e cada uma das formulações de pães contendo FAC foi calculada, conforme a fórmula 3:

$$\Delta E = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]}(3)$$

6.10.1.2.3 Análise de textura das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

As análises de textura foram conduzidas em um texturômetro (Analyser CT3, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA, USA), de acordo com a metodologia adaptada de Pycia e Ivanišová (2020). A determinação da textura de cada formulação do pão foi realizada 24 h após forneamento em uma fatia de 2 cm de espessura, sendo a mesma comprimida por uma ponteira cilíndrica de plástico de 38,1 mm de diâmetro. Todas as análises foram realizadas em quadruplicata, utilizando-se as seguintes condições para análise: profundidade de penetração de 10 mm; força, 6 g; velocidade da sonda antes e depois da penetração, 5,0 mm/s. Os parâmetros avaliados para textura do miolo de pão foram dureza (N), coesividade (-), elasticidade (mm), gomosidade (N) e mastigabilidade (N), sendo esta última medida calculada a partir do produto entre dureza, coesividade e elasticidade.

6.10.1.3 Análises microbiológicas das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

As quatro formulações foram submetidas às análises de *Salmonella* sp., *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* e bolores e leveduras, segundo especificado na RDC

nº 724, de 01 de julho de 2022 e na Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 (Brasil, 2022a, 2022b). Este procedimento foi realizado antes da Avaliação Sensorial, com o propósito de garantir a segurança do alimento aos provadores.

6.10.1.4 Análise sensorial das formulações de pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE, com Número do Parecer: 5.687.030 e CAAE 60716422.4.0000.5208 e todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme o APÊNDICE A. Os testes ocorreram no Laboratório de Técnica Dietética e Análise Sensorial no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra (LEAAL), Departamento de Nutrição da UFPE.

Foram recrutados, de forma aleatória, 96 participantes não treinados, ambos os sexos, entre 18 e 60 anos, que goste e/ou seja consumidor de produtos de panificação. Foram excluídos da participação do teste sensorial, indivíduos com hábito de fumar, que tenham se alimentado 30 minutos antes do teste, que apresentavam sintomas gripais, alérgicos ou intolerantes a algum ingrediente das formulações propostas e com idade superior a 60 anos.

A pesquisa teve como instrumento de coleta de dados a ficha de avaliação hedônica para os testes de aceitação e intenção de compra, conforme o Apêndice B. Foram oferecidas aos julgadores fatias de pão de 1 cm de espessura de cada formulação, dispostas de forma balanceada em pratos plásticos brancos, codificados com números aleatórios de três dígitos, bem como água à temperatura ambiente para ser bebida entre as amostras, assim como a ficha de avaliação hedônica.

A avaliação sensorial foi realizada através do teste de aceitação, com aplicação de escala hedônica com 9 categorias, cujo 1 corresponde a “Desgostei Extremamente” e o 9 a “Gostei Extremamente”, onde foram avaliados os atributos sensoriais de cor, odor, sabor, textura e impressão global. Para o teste intenção de compra foi empregado uma escala hedônica de 5 pontos, cuja representação 1 corresponde a “Certamente não compraria” e 5 a “Certamente compraria”. O índice de aceitabilidade foi determinado considerando as pontuações entre 6 (Gostei ligeiramente) e 9 (Gostei extremamente) obtidas no teste de aceitação para cada pão em comparação com o número total de participantes do teste (Toledo *et al.*, 2017).

6.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir dos dados obtidos foram calculados a média e o desvio-padrão das análises. As diferenças entre os grupos foram determinadas por meio da análise de variância (ANOVA), seguidas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, realizadas através de programa computacional GraphPadPrism Versão 6.01.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DO FRUTO DA CASTANHOLA

A Tabela 5 apresenta os resultados do peso e das medidas biométricas do fruto da castanhola (*T. catappa* Linn).

Tabela 5 – Caracterização física de frutos da castanhola (*T. catappa* Linn) coletados no município de Igarassu – PE.

Parâmetros	Fruto (Média ± Desvio Padrão)
Peso médio (g)	25,37 ± 4,87
Comprimento (cm)	4,94 ± 0,32
Largura (cm)	3,39 ± 0,79
Espessura (cm)	3,04 ± 0,23

Fonte: A autoria (2020).

Marques *et al.* (2012) verificaram valores médios de 19,60 g; 4,32 cm; 3,16 cm; 2,57 cm, para o peso, o comprimento, a largura e a espessura dos frutos da castanhola, respectivamente. Também se observou, em pesquisas realizadas na cidade de Belém – Pará, região norte do Brasil, resultados semelhantes, porém inferiores aos achados deste trabalho, para o peso médio e a largura, excetuando-se as medidas de comprimento dos frutos (Santos; Lorenzo; Lannes, 2016; Souza *et al.*, 2016). Contrariamente, os resultados obtidos pelos estudos realizados por Lopes *et al.* (2022) em João Pessoa, Paraíba (região nordeste brasileira), para as variedades roxa e amarela, foram superiores a presente pesquisa.

De modo geral, a variabilidade das dimensões dos frutos está relacionada à localização e idade das árvores, técnicas/condições de plantio, tipo de solo, clima, entre outros fatores (Marques *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2016). Além disso, a tipificação biométrica de espécies frutíferas oportuniza conhecer melhor as características do fruto em diferentes localizações geográficas, fornecendo conhecimento sobre as variedades no Nordeste do Brasil, por exemplo (Lopes *et al.*, 2022).

7.2 COMPOSIÇÃO NUTRITIVA DA FARINHA DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

As propriedades nutricionais das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola estão sintetizadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Composição química, Valor Energético Total (VET) e percentual de contribuição da farinha da polpa e da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn) em relação à Ingestão Dietética de Referência (DRI's).

Composição	Farinha da polpa	DRI's	Contribuição (%)	Farinha da amêndoa	DRI's	Contribuição (%)
Umidade (g/100 g)	14,93 ± 0,12	-	-	2,58 ± 0,02	-	-
Cinzas (g/100 g)	6,15 ± 0,05	-	-	4,36 ± 0,02	-	-
Proteínas (g/100 g)	3,77 ± 0,20	56*	6,73	19,72 ± 0,46	56*	35,21
Lipídios (g/100 g)	0,82 ± 0,02	44 – 97*	0,85 – 1,86	46,28 ± 0,04	44 – 97*	47,71–105,18
Carboidratos (g/100 g)	74,32 ± 0,02	130*	57,17	27,12 ± 0,45	130*	20,86
VET (Kcal/100 g)	319,74	2000–2500*	12,79 – 15,99	603,88 ± 4	2000–2500*	24,16–30,19
Sólidos totais	85,07	-	-	97,42 ± 0,02	-	-

Fonte: A autora (2022).

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). *Ingestão Dietética de Referência (DRI's) para energia, carboidratos, lipídios, ácidos graxos, colesterol e proteínas considerando um peso corporal de 70 Kg (FNB, 2005). Percentual de contribuição dos lipídios em relação ao conteúdo energético ($46,28 \times 9 \times 100 / 603,88$) = 68,97% (Asibey-Berko; Tayie, 1999).

O teor de umidade da farinha da polpa da castanhola (FPC) foi de 14,93% (p/p) (Tabela 6), atendendo a recomendação preconizada pelo Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, que estabelece valor máximo de 15% para este parâmetro em farinhas (Brasil, 2005). Contudo, excede o percentual proposto pelo *Codex Alimentarius* (1999), que orienta valor máximo de até 10%. Valores inferiores ao presente achado foram relatados por Santos *et al.* (2017) ao caracterizarem a farinha obtidos da polpa do fruto da castanhola coletados no estado da Paraíba.

Valor apreciável de cinzas da FPC (6,15%) foi determinado neste estudo (Tabela 6), sendo percentual aproximado aos encontrados por Santos; Lorenzo; Lannes (2016) na polpa dos frutos da castanhola e Santos *et al.* (2017) na polpa processada em farinha deste fruto. Quanto ao processamento de alimentos, Lopez-Vargas *et al.*, 2013 salientam que não é desejável matéria prima com alto teor de cinzas na elaboração de produtos alimentícios, pois a concentração elevada de íons metálicos pode precipitar a oxidação do produto final.

Em relação ao conteúdo de proteínas, verifica-se que o valor médio deste nutriente (3,77%) pode representar uma contribuição próxima a 7% em relação às DRI's de proteínas para adultos por 100 g da farinha da polpa (FNB, 2005) (Tabela 6). Os resultados foram superiores aos valores encontrados por Dikshit e Samudrasok, (2011), Lopes *et al.* (2022) e Marques *et al.* (2012), ressaltando-se que estes estudos trabalharam com a polpa do fruto *in natura* e não na forma de farinha, como o. Ademais, Santos, Lorenzo e Lannes (2016) sugerem o estímulo ao consumo da polpa do fruto da castanhola em crianças desnutridas em países em desenvolvimento, com o intuito de correção de deficiência proteica, por conta da presença de aminoácidos essenciais e não essenciais suficientes. Até o presente momento, não há relatos da literatura quanto à determinação do perfil aminoacídico desta matéria, necessitando de mais estudos para o preenchimento desta lacuna.

O valor médio do teor de lipídios da FPC foi baixo (0,82%), refletindo na pequena contribuição nutricional quanto às recomendações das DRI's (FNB, 2005) (Tabela 6). As pesquisas conduzidas por Lopes *et al.* (2022) e Marques *et al.* (2012) apresentaram valores análogos, enquanto conteúdos expressivos foram determinados por Santos *et al.* (2017) na farinha da polpa e Santos *et al.* (2020) por extração com gás carbônico supercrítico na farinha da polpa. Diante disso, pode-se

inferir que a variação do conteúdo de lipídios está relacionada ao tratamento prévio dos frutos (*in natura*, secagem para obtenção de farinha) e metodologias de extração.

O conteúdo de carboidratos totais determinado por diferença foi de 74,32%, sendo o macronutriente com maior índice de contribuição em referência às recomendações das DRI's, seguido pelas proteínas (FNB, 2005) (Tabela 6). Este perfil é corroborado pela literatura disponível, até o presente momento, como nas pesquisas conduzidas por Marques *et al.* (2012); Santos, Lorenzo e Lannes (2016); Santos *et al.* (2017). Para o valor energético total (VET) foi quantificado a medida de 319,74 Kcal em 100 g da polpa (na forma de farinha). Este valor pode garantir entre 12,79% a 15,99% das necessidades calóricas de adultos, tendo como referência dieta de 2.000 a 2500 kcal de calorias.

O teor de umidade da farinha da amêndoa da castanhola (FAC) foi de 2,58% (p/p). Este valor encontra-se de acordo aos percentuais recomendados pelas legislações vigentes (Brasil, 2005; Codex Alimentarius, 1999). O conteúdo de umidade é um importante indicador de qualidade, influenciando ainda na vida útil dos alimentos. A baixa umidade das amêndoas reflete na redução da atividade microbiana (Atsu Barku; Nyarko; Dordunu, 2012), fermentação injustificada, processo germinativo prematuro, além de alterações bioquímicas indesejáveis nestas matérias primas (Venkatachalam; Sathe, 2006). Já o valor médio do teor de cinzas foi semelhante ao estudo realizado em amêndoas extraídas na Malásia (Jahurul *et al.*, 2022), além de ser superior aos resultados das pesquisas conduzidas no Brasil (Souza *et al.*, 2016) e no Benin, África Ocidental (Ladele *et al.*, 2016).

O teor de proteína foi de 19,72%, representando este valor uma contribuição superior a 35% em relação à DRI's de proteínas para adultos por 100 g da farinha da amêndoa (FNB, 2005), conforme disposto na Tabela 6. Conteúdos proteicos aproximados ao obtido no presente estudo foram relatados por Ng *et al.* (2015) e Ladele *et al.* (2016) em pesquisas conduzidas na Malásia e em Benin. Além disso, o conteúdo proteico verificado no presente estudo é inferior ao de algumas oleaginosas, como amendoim (48%), girassol (34%) e soja (40%), porém supera o percentual de proteínas (que geralmente não excede 13%) de cereais habitualmente utilizados como fontes alimentares (milho, sorgo, milho, arroz, etc) (Codex Alimentarius, 1999). As variações do teor de proteína podem ser justificadas considerando fatores, como espécie, localização geográfica, estação do ano e temperatura (Chivandi; Davidson; Erlwanger, 2013; Ng *et al.*, 2015; Jahurul *et al.*, 2022).

Os lipídios foram os macronutrientes mais significativos na farinha da amêndoa da castanhola (46,28 %), sendo o valor semelhante ao obtido por Santos; Lorenzo; Lannes. (2016), em estudo realizado na região Norte do país. Contudo, rendimentos superiores foram encontrados em pesquisas na Malásia (54,47%), na Tailândia (57,5%) e Benin (61,76%) (Janporn *et al.*, 2015; Ladele *et al.*, 2016; Jahurul *et al.*, 2022). Ademais, altos teores de lipídios (61,5%) aplicando o método de extração com gás carbônico supercrítico foram alcançados por Santos *et al.* (2020). Ladele *et al.* (2016) pontua que as variações no teor de lipídios podem estar relacionadas à variedade das plantas, questões climáticas, localização geográfica, período de colheita e métodos de extração. Santos *et al.* (2020) acrescentam ainda as características da matéria prima, a exemplo da umidade e do tamanho das partículas, como fatores relevantes no conteúdo lipídico extraído. Adicionalmente, Ng *et al.* (2015), Ladele *et al.* (2016) e Jahurul *et al.* (2022) relatam que a produção de óleo da amêndoa da castanhola é maior que grande parte das oleaginosas convencionais, como óleo de milho (15,8%), cultivares de soja (18,3-21,5%), algodão (35%), palmiste (36%) e amendoim (42%). Segundo a perspectiva nutricional, o percentual de lipídios observado no presente estudo representa em torno de 69% do conteúdo calórico da farinha da amêndoa, além de poder fornecer entre 47,71 a 105,18% da DRI's de lipídios para adultos por 100 g (Asibey-Berko; Tayie; 1999; FNB, 2005). Dessa forma, a farinha da amêndoa da castanhola mostra-se como uma fonte alimentícia alternativa às oleaginosas convencionais, sendo uma ótima fonte de lipídios.

O conteúdo de carboidratos totais determinado por diferença foi de 27,12%, sendo aproximadamente três vezes e meio superior dos resultados obtidos por Jahurul *et al.* (2022) (7,01%), Ladele *et al.* (2016) (7,81%) e Ng *et al.* (2015) (7,68). De forma complementar, Campidelli *et al.* (2019), verificaram uma disposição de macronutrientes das amêndoas de baru análogas às da castanhola, sendo assim distribuídas: 37% de carboidratos, 32% de lipídios e 23% de proteínas. Estes autores ressaltam que, genericamente, as amêndoas são uma fonte de energia imediata para o corpo, visto que apresentam níveis significativos de carboidratos, sendo este o principal nutriente responsável pelo fornecimento de energia às células. Além disso, o quantitativo de carboidratos calculado na FAC contribui com cerca de 21% da Ingestão Dietética de Referência (DRI's) (FNB, 2005), conforme apresentado na Tabela 6. O valor energético total (VET) estimado foi de 603,88 Kcal, onde o consumo de 100 g da amêndoa (na forma de farinha) pode fornecer entre 24,16% a 30,19% das

necessidades calóricas de adultos com base em uma dieta de 2.000 a 2500 kcal de calorias.

Sumariamente, verifica-se que os conteúdos de carboidratos e proteínas e lipídios e carboidratos, refletem na qualidade nutricional e no alto valor energético das farinhas da polpa e amêndoa do fruto da castanhola, respectivamente.

7.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DAS FARINHA DA POLPA E DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

Os dados mensurados das propriedades físicas, físico-químicas e tecnológicas das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn) estão dispostas na Tabela 7.

Tabela 7 – Propriedades físicas, físico-químicas e tecnológicas das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).

Propriedades	Farinha da Polpa	Farinha da Amêndoa
pH	4,05 ± 0,01	6,12 ± 0,01
Acidez titulável*	1,74 ± 0,07	3,87 ± 0,35
Sólidos totais (°Brix)	5,00 ± 0,00	0,83 ± 0,29
Densidade aparente (g/mL)	0,31 ± 0,00	0,40 ± 0,00
Capacidade de absorção de água (mL/g)	3,47 ± 0,06	1,23 ± 0,12
Capacidade de absorção de óleo (mL/g)	1,67 ± 0,29	2,03 ± 0,12
L**	49,11 ± 0,82	50,86 ± 0,05
a**	7,67 ± 0,32	9,02 ± 0,01
b**	3,28 ± 0,03	22,84 ± 0,03

Fonte: A autora (2021).

Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). Valor expresso em g de ácido cítrico/100 g para farinha da polpa e em mEq/100 g para farinha da amêndoa*.

O valor de pH da farinha da polpa da castanhola encontrado foi sutilmente superior, enquanto a medida de acidez titulável mostrou-se inferior ao obtido por Santos *et al.* (2017) (3,83 ± 0,02; 7,40 ± 0,06, respectivamente). Estes autores indicaram que valor baixo de pH é um parâmetro positivo para a conservação de farinhas à base de frutas, pois essa faixa de pH é desfavorável ao desenvolvimento microbiano. Sob a perspectiva industrial, Dikshit e Samudrasok (2011) assinalam que a natureza ácida do fruto é um bom indicativo para produção de doces, mesmo que seu teor de pectina seja baixo. Em adição, Santos, Lorenzo e Lannes (2016) sugerem que a polpa da castanhola seja uma boa alternativa para a produção de bebidas, já que matrizes alimentícias com altos percentuais de acidez colaboram com o sabor acentuado ou ácido da polpa, não requerem a etapa de acidificação no processamento do produto, além de permitir um alto índice de diluição na produção de sucos, elevando a produtividade industrial.

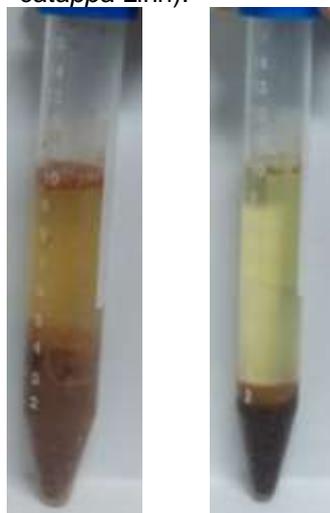
Valores superiores aos encontrados neste estudo para o teor de sólidos solúveis (°Brix) foram alcançados tanto para polpa *in natura* da castanhola por Lima (2012) e Marques *et al.* (2012), quanto para farinha da polpa do referido fruto (Santos *et al.*, 2017). A determinação do °Brix é um parâmetro de grande relevância na avaliação da qualidade de frutas e seus derivados, uma vez que, em conjunto com outras características podem ser associadas ao estágio de maturação destas matérias primas. Esta medida representa o quantitativo de açúcares, ácidos, pectina, além de compostos orgânicos, fenólicos e vitaminas dissolvidas em água nos produtos (Nascimento *et al.*, 2018). Em consonância a estas observações, verifica-se ainda que, quanto maior o teor de sólidos solúveis, menor será a quantidade de açúcar adicionado ao produto à base de fruta no processamento industrial. Proposição esta que leva ao entendimento de maior rendimento do produto e menores custos de processamento (Santos; Lorenzo; Lannes, 2016).

A medida da densidade aparente foi de 0,31 g/mL para farinha da polpa (Tabela 7), sendo este valor similar aos encontrados por Dias, Sajiwani e Rathnayaka (2020), que analisaram as propriedades tecnológicas de farinhas das cascas de abacaxi (0,39 g/mL), abacate (0,29 g/mL), laranja (0,37 g/mL) e maracujá (0,29 g/mL). Chandra e Samsher (2013) expressaram que o valor atribuído a este parâmetro depende do tamanho da partícula e do teor de umidade inicial das farinhas. Os referidos autores indicaram também que farinhas com alta densidade aparente são adequadas para uso geral em preparações alimentícias. Já farinhas com baixa densidade aparente, como a presente matéria prima, seria útil sua aplicação em formulações infantis para alimentação complementar infantil.

Para Ling *et al.* (2016), as capacidades de retenção de água e gordura de farinhas exprimem sua capacidade de ligar-se a estrutura, reduzindo a perda de umidade e/ou gordura dos produtos alimentícios. Ademais, estas características da farinha de matrizes vegetais estão fortemente associadas à estrutura química dos polissacarídeos (amido e fibras) e proteínas, refletindo na melhora da viscosidade e na formação de géis nos produtos (Dias; Sajiwani; Rathnayaka, 2020). A figura 8 apresenta os ensaios para capacidade de absorção de água e óleo da farinha da polpa da castanhola (*T. catappa* Linn). Adicionalmente, os resultados mostram que os valores para estes parâmetros foram 3,47 mL/g e 1,67 mL/g, nesta ordem (Tabela 7). Os estudos coordenados por Ahmed, Thomas e Khashawi (2019) evidenciaram valor inferior para capacidade de absorção de água (2,73 g/g), contudo discretamente

superior para a medida da capacidade de absorção de óleo (1,98 g/g) de farinha de banana verde submetida à secagem em bandeja de ar quente.

Figura 8 – Ensaio para capacidade absorção de água e óleo da farinha da polpa da castanhola (*T. catappa* Linn).



Fonte: A autora (2022).

A cor dos alimentos é o primeiro atributo sensorial que predetermina as percepções de sabor e qualidade pelos consumidores (Henry, 1996). Adicionalmente, Cömert, Mogol e Gökmen (2020) pontuam que a cor pode ainda ser correlacionada com a capacidade antioxidante dos alimentos, especialmente frutas e vegetais. Os resultados mostram as medidas de $L = 49,11$; $a = 7,67$; $b = 3,28$ para a farinha da polpa da castanhola (Tabela 7). De acordo com o valor de L , esta matriz apresentou baixa intensidade de luminosidade, indicativo para cores escuras. Já os parâmetros a (positivo) e b (positivo) sinalizam para uma coloração avermelhada e levemente amarelada, conforme demonstrado na Figura 6. Mesmo não aplicando processamento de secagem, tendência similar foi relatado por Santos, Lorenzo e Lannis (2016) e corroborado por Lopes *et al.* (2022), ao avaliarem as coordenadas colorimétricas de polpas do fruto maduro *in natura* da castanhola ($L = 48,16$; $a = 8,78$; $b = 10,79$ e $L = 46,9$; $a = 33,2$; $b = 17,4$).

Lima *et al.* (2021) registraram valores de pH para castanha do Pará (6,48) e amêndoa de baru (6,24) semelhantes ao presente estudo, contudo quantitativos inferiores relativos à acidez titulável (0,61%; 1,11%) nestas matérias primas. Ainda, a respeito da acidez titulável, Lopes *et al.* (2022) registraram resultado análogo (2,85

mEq/100 g) ao estudarem as características físicas, físico-químicas e composição das amêndoas dos frutos de *T. catappa* L.

Os valores das capacidades de absorção de água e óleo para farinha da amêndoa foram 1,23 mL/g e 2,03 mL/g (Tabela 7). Alta capacidade de absorção de água e óleo (6,65 g/g e 1,65 g/g, respectivamente) foi observado por Maciel *et al.* (2020), ao analisarem as propriedades nutritivas, funcionais e bioatividade da torta oriunda da extração do óleo de noz pecã. Além disso, os mesmos pontuam que a capacidade de absorção de óleo é um indicativo da associação de sítios hidrofóbicos presentes na matéria prima. Adicionalmente, Santos *et al.* (2020) inferem que a farinha da amêndoa da castanhola é uma matriz viável e versátil, podendo ser aplicada em produtos tanto hidrofílicos, como hidrofóbicos, compondo formulações de produtos alimentícios, como bolos, produtos de panificação, molhos e produtos cárneos. Desta maneira, verifica-se que a capacidade de absorção de água e óleo desempenham relevante papel sobre as características sensoriais (textura, retenção de sabor, melhoria da palatabilidade) e a estabilidade dos produtos, prolongamento suas vidas de prateleira (Dias; Sajiwanie; Rathnayaka, 2020; Maciel *et al.*, 2020).

A farinha da amêndoa obteve valores colorimétricos similares aos encontrados na farinha da polpa, nos quais os valores médios de L e a* foram de 50,86 e 9,02 (Tabela 7). O tom avermelhado indicado pela medida a* positiva pode relacionar-se com a película que recobre a amêndoa. Já o valor do indicador b* foi de 22,84, sinaliza para uma tonalidade amarelada (parâmetro positivo), atribuindo-se assim, a coloração da própria amêndoa. Este perfil era esperado, uma vez que, a farinha foi obtida apenas por moagem das amêndoas, estando as cascas aderidas às mesmas, conforme apresentado na Figura 7.

7.4 BIOTIVIDADE DAS FARINHAS DA POLPA E AMÊNDOA DA CASTANHOLA

7.4.1 Compostos fenólicos totais e perfil fenólico das farinhas da polpa e amêndoa da castanhola

Os teores de compostos fenólicos totais (CFT) dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola foram $110,35 \pm 1,14$ e $415,72 \pm 14,14$ mg EAG/100g, respectivamente. Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008), por meio de ensaios para determinação de compostos fenólicos em frutos do Equador,

distinguiram os frutos de acordo com a concentração de CFT em três níveis: baixo (inferior a 100 mg EAG/100 g), médio (entre 100 a 500 mg EAG/100 g) e alto (acima de 500 mg EAG/100 g). Desta forma, as farinhas da polpa e da amêndoa do fruto da castanhola podem ser classificadas como um produto de médio teor de CFT.

Com a finalidade de determinar as características físico-químicas, o teor de CFT, além do poder antioxidante *in vitro*, Marques *et al.* (2012) detectaram teor de CFT de 142,84 mg EAG/g do extrato (éter-etílico e etanol) de frutos da castanhola obtidas de árvores localizadas no estado brasileiro do Piauí (Brasil). Valor semelhante (117,1 mg EAG/g) ao presente estudo foi verificado por Abdulkadir e Abdulkadir (2015), em extrato com etanol a 95% de frutos maduros, enquanto o quantitativo destes compostos no extrato de frutos imaturos foi de 76,38 mg EAG/g.

Alguns estudos foram descritos quanto ao conteúdo de CFT em outras espécies de *Terminalia*. Sheng *et al.* (2018) investigaram as melhores condições para extração de CFT de frutos de *T. chebula* Retz utilizando metodologia de superfície de resposta. Os pesquisadores obtiveram como resultado otimizado o valor de 448,7 mg EAG/g, tendo como principais condições: extração assistida em ultrassom, concentração de etanol a 68% e intensidade ultrassônica de 3,6 W/cm². Akter *et al.* (2019) observaram que os teores de CFT de extratos de frutos de *T. ferdinandiana*, também conhecida como ameixa kakadu, obtidos de diferentes solventes (metanol, etanol, água, acetona e hexano) variaram de 0,38 – 12,2 g EAG/100 g. Os autores ainda demonstraram que metanol foi o solvente que produziu maior rendimento e valor de CFT em seu extrato (12,2 ± 2,9 g EAG/100 g). Neste contexto, a variação dos valores pode ser justificada por diversos fatores, incluindo espécies, regiões e épocas de colheita, grau de maturidade dos frutos, solventes e/ou procedimento de extração (Abdulkadir; Abdulkadir, 2015; Kaneria *et al.*, 2018; Sheng *et al.*, 2018; Akter *et al.*, 2019).

Jahurul *et al.* (2022) relataram que o quantitativo de CFT do óleo da farinha da amêndoa da castanhola foi de 55,97 mg EAG/g e 39,10 mg EAG/g para as cultivares das localidades Kota Kinabalu e Keningau (Sabah, Malásia), respectivamente. Para estes autores, a localização geográfica foi o fator relevante ao resultado do estudo, como também condições de solo e clima, especialmente precipitações (baixa pluviosidade) e temperaturas. Wojdylo *et al.* (2022) mediram o conteúdo de polifenóis, tococromanóis e triterpenos, como também a bioatividade de oito nozes diferentes - nozes, pinhões, avelãs, pistaches, amêndoas, castanhas de caju, nozes e

macadâmias. Em suas descobertas, estes pesquisadores verificaram resultado semelhante para nozes (432,9 mg/100 g), porém inferiores para demais espécies de nozes em relação ao presente estudo. Contudo, em extratos obtidos por diferentes solventes dos tegumentos das amêndoas da *T. ferdinandiana*, baixas concentrações de CFT foram detectadas (Akter *et al.*, 2019).

A Tabela 8 apresenta o perfil fenólico dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).

Tabela 8 – Perfil de compostos fenólicos dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).

Compostos fenólicos	Polpa	Amêndoa
Ácidos fenólicos		
Ácido gálico	8,79 ± 0,68	4,46 ± 0,68
Ácido siríngico	-	0,01 ± 0,01
Ácido trans-caftárico	7,21 ± 0,63	0,04 ± 0,03
Ácido clorogênico	0,02 ± 0,00	-
Ácido cafeico	0,05 ± 0,00	-
Ácido p-cumárico	0,01 ± 0,01	-
Σ Ácidos fenólicos (mg/100 g)	16,09 ± 0,34	4,51 ± 0,12
Flavanóis		
(+) Catequina	0,06 ± 0,01	5,91 ± 5,12
Epicatequina	10,48 ± 0,16	0,02 ± 0,00
Epicatequina galato	10,02 ± 1,31	7,79 ± 2,90
Procianidina B1	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Procianidina B2	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,02
Procianidina A2	1,70 ± 0,42	1,72 ± 2,99
Σ Flavanóis (mg/100 g)	22,34 ± 0,48	15,48 ± 1,58
Flavonóis		
Miricetina	24,61 ± 4,58	-
Rutina	7,58 ± 0,87	0,05 ± 0,01
Quercetina	19,20 ± 3,60	0,04 ± 0,00
Kaempferol	10,05 ± 2,37	-
Isorhamnetina	0,03 ± 0,03	-
Σ Flavonóis (mg/100 g)	61,46 ± 1,88	0,09 ± 0,00
Antocianinas		
Cianidina-3-glicosídeo	4,81 ± 0,28	2,27 ± 0,02
Σ Antocianinas (mg/100 g)	4,81 ± 0,28	2,27 ± 0,02

Estilbenos

Cis-resveratrol	0,42 ± 0,63	-
Trans-resveratrol	0,01 ± 0,00	-
Σ Estilbenos (mg/100 g)	0,43 ± 0,44	-

Flavanonas

Hesperidina	0,96 ± 0,75	-
Naringenina	0,01 ± 0,01	-
Σ Flavanonas (mg/100 g)	0,97 ± 0,52	-

Fonte: A autoria (2022).

Foram identificados e quantificados 21 compostos fenólicos no extrato da farinha da polpa (Tabela 8). Flavonóis ($61,46 \pm 1,88$ mg EAG/100 g), flavanóis ($22,34 \pm 0,48$ mg EAG/100 g) e ácidos fenólicos ($16,09 \pm 0,34$ mg EAG/100 g) foram os grupos mais representativos para a polpa.

Singh *et al.* (2016) detectaram a presença de 31 diferentes compostos fenólicos em extratos do fruto da castanhola, incluindo ácido gálico e ácido elágico (ácidos fenólicos); catequina e epicatequina (flavanóis); rutina, quercetina e kaempferol (flavonóis). Os referidos autores também relataram que propriedades antioxidantes, antibacterianas, hipoglicemiantes, além de proteção hepática e renal podem ser atribuídas à maioria dos compostos fenólicos simples, a exemplo dos ácidos gálico, elágico, tânico e arjunólico.

A presença de compostos fenólicos como ácido gálico, ácido elágico e corilagina foi verificada nos frutos da *T. chebula* Retz. A estes constituintes foram alegadas potentes atividades antiinflamatórias, cardiotônicas, anticancerígenas, além das propriedades antioxidantes e antibacterianas (Fan *et al.*, 2015). Reforça-se a este cenário, os achados de Lee *et al.* (2017) ao identificarem 48 compostos fenólicos no extrato metanólico do fruto da *T. chebula*, entre taninos, ácidos fenólicos (ácidos gálico e elágico), como também ácidos hidroxicinâmicos e seus derivados. Além do mais, flavonoides já foram relatados nos frutos da *T. chebula*, incluindo rutina, quercetina e derivados metilados da quercetina (Kumar *et al.*, 2012; Bag; Bhattacharyya; Chattopadhyay, 2013).

Até o presente momento, não há relatos na literatura em relação ao perfil fenólico da farinha da amêndoa da castanhola. Neste sentido, 12 compostos fenólicos foram identificados e quantificados desta matéria prima. O grupo predominante no

extrato foi flavanóis ($15,48 \pm 1,58$ mg/100 g), seguido de ácidos fenólicos ($4,51 \pm 0,12$ mg/100 g) e antocianinas ($2,27 \pm 0,02$ mg/100 g) (Tabela 8).

De forma semelhante ao estudo, o perfil detectado por Wojdylo *et al.* (2022) mostrou que os flavanóis foram os compostos fenólicos majoritários em seis das oito espécies de nozes analisadas. Os teores variaram de 5,00 mg/100 g (pistache) a 415,1 mg/100 (nozes).

Os flavanóis, como catequinas, epicatequinas, como também procianidinas poliméricas, destacam-se desempenhando importante papel na atividade biológica, pois exibem ação antioxidante, anti-inflamatória, antiproliferativa, antimicrobiana, cardio e neuroprotetora (Basu *et al.*, 2017; Monagas *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2011). Destaca-se ainda a influência das procianidinas sobre características organolépticas, a exemplo, sabor adstringente e cor das cascas em nozes (Wu *et al.*, 2021).

7.4.2 Atividade antioxidante das farinhas da polpa e amêndoa da castanhola

Os antioxidantes são um grupo de compostos presentes em quantidades apreciáveis em muitas espécies vegetais e que desempenham um papel relevante sobre os radicais livres, seja na adsorção e neutralização destes, eliminação do oxigênio nas formas *singlet* e *triplet*, ou mesmo, decompondo peróxidos. Nas plantas, estas funções estão relacionadas à uma variedade de metabólitos secundários com potencial antioxidante, destacando-se os compostos fenólicos. Desta maneira, estas substâncias são responsáveis por atributos capazes de reduzir várias doenças e distúrbios crônicos, podendo auxiliar a saúde dos seres humanos (Kanerria *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2016).

No presente estudo, o percentual de inibição do radical DPPH⁺ foi baixo, tanto para o extrato da farinha da polpa (25%), quanto para farinha da amêndoa (26,4%). Valores superiores de inibição do radical DPPH⁺ foram determinados por Marques *et al.* (2012) em extratos aquoso (50%) e alcoólico (33,67%) dos frutos maduros e por Abdulkadir e Abdulkadir (2015), em extrato etanólico em frutos maduros (89,46%) e imaturos (90,49%) da castanhola.

A atividade antioxidante dos frutos de outras espécies de *Terminalia* são relatados na literatura. Bajpai *et al.* (2005) relataram considerável taxa de inibição de extratos metanólicos da casca (85,2%), folhas (80,1%) e frutos (79,8%) de *T. chebula*, sendo os dados atribuídos ao conteúdo de compostos fenólicos presentes nas partes

morfológicas desta planta. Extratos etanólicos também se mostraram ativos, proporcionando o sequestro dos radicais DPPH⁺ e ABTS⁺ *in vitro* do fruto da *T. chebula* (Bag *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2018).

Extratos com diferentes solventes foram preparados para avaliar a atividade antioxidantes de folhas, casca, frutos e casca das amêndoas da *T. ferdinandiana* por Akter *et al.* (2019). Os resultados evidenciaram alto percentual de inibição nos tecidos vegetais testados, exceto para o solvente hexano, que apresentou atividade sequestrante de radicais muito baixa. Os supracitados autores imputaram tais resultados à solubilidade dos antioxidantes vegetais, que em sua maioria, são solúveis em água. Desta forma, os solventes polares produziram extratos com maior potencial antioxidante em comparação aos solventes apolares, como o hexano.

Ainda não há relatos de pesquisas onde a atividade antioxidante das amêndoas da castanhola tenha sido avaliada, contudo, Jahurul *et al.* (2022) propõem uma alta correlação entre os valores de conteúdo fenólico e atividade antioxidante. Ademais, estudos prévios sugeriram que os compostos fenólicos podem aumentar a estabilidade oxidativa, manter a qualidade nutricional e prolongar a vida útil dos óleos vegetais (Sim; Nyam, 2020; Konuskan, 2020).

7.4.3 Atividade antibacteriana das farinhas da polpa e amêndoa da castanhola

Os valores da Concentração Inibitória Mínima (CIM) variaram de 3 a 5 mg/mL para o extrato da farinha da amêndoa em relação às cepas microbianas testadas. A *S. enterica* foi o microrganismo mais sensível, enquanto a *L. monocytogenes* mostrou-se como o mais resistente entre os microrganismos avaliados. Observa-se também que o extrato da farinha da polpa não apresentou atividade antimicrobiana frente aos microrganismos testados, com exceção à *L. monocytogenes*, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos extratos metanólicos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).

Microrganismos testados	(mg/mL)	
	Polpa	Amêndoa
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	4
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	4
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	5
<i>Escherichia coli</i>	-	4
<i>Salmonella entérica</i>	-	3

Fonte: A autora (2022).

Em um estudo realizado por Yazdi e Kamalinejad (2008), demonstrou que o extrato metanólico do fruto de *T. catappa* obteve boa atividade antibacteriana contra a maioria das bactérias isoladas de infecções de queimaduras (*Staphylococcus aureus/epidermidis/saprophyticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* sp. e *E. coli*). Além disso, o CIM do extrato contra todas bactérias avaliadas foi de 20 mg/mL.

Pandey *et al.* (2017) relataram inibição do crescimento *S. aureus* e *E. coli* utilizando extrato do fruto da *T. bellerica* (Gaertn.) Roxb. Os pesquisadores indicaram o extrato para tratar a diarreia, devido às suas propriedades antioxidantes e antibacterianas. De forma similar, Dharmaratne *et al.* (2018) verificaram atividade antibacteriana, sem apresentar citotoxicidade nos extratos (aquoso e metanólico) de frutos da *T. bellirica* (Gaertn.) Roxb. Adicionalmente, registrou-se que o extrato metanólico promoveu maior atividade antioxidante (sequestro do radical DPPH⁺) e alta atividade antibacteriana.

Resultados satisfatoriamente positivos foram obtidos por Akter *et al.* (2019), ao avaliarem extratos de frutos, folhas, tegumentos das amêndoas e casca da *T. ferdinandiana* usando diferentes solventes. A atividade antimicrobiana dos extratos de frutas e folhas apresentaram maiores zonas de inibição contra a bactérias *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina e isolados clínicos de *Pseudomonas aeruginosa*. Além disso, os valores de CIM para o extrato metanólico dos frutos foram inferiores aos nossos achados, variando de 3 a 1 mg/mL, especialmente para a *L. monocytogenes* (1,0 mg/mL). Os referidos autores sugeriram que extratos ricos em antioxidantes de frutas e folhas de *T. ferdinandiana* conferem aplicações potenciais como antimicrobianos naturais na conservação de alimentos.

Os resultados observados no presente estudo são respaldados por pesquisas anteriores, os quais atestam que a atividade antimicrobiana de extratos vegetais é devido a presença de compostos polifenólicos (Dharmaratne *et al.*, 2018; Fan *et al.*, 2015; Lakshamanan *et al.*, 2022). Estes fitoquímicos, particularmente ácidos fenólicos, taninos e flavonóis, podem suprimir o crescimento de microrganismos por vários mecanismos, como inibição da formação de biofilme, redução da adesão hospedeiro-ligante e neutralização de toxinas bacterianas (Daglia, 2012; Salih *et al.*, 2017). Ainda assim, Muthulakshmi *et al.* (2022b) sinalizam que outros fitoquímicos, além dos compostos fenólicos com potencial antimicrobiano, exerçam atividades antimicrobianas nos mais diversos extratos vegetais.

A atividade antibacteriana é uma das propriedades bioativas mais estudadas entre as espécies de *Terminalia*, onde os desfechos positivos das pesquisas têm subsidiado o uso dos extratos de diferentes tecidos e/ou espécies na medicina tradicional para tratar doenças infecciosas bacterianas, incluindo diarreia, disenteria, pneumonia e dores de garganta (Das *et al.*, 2020).

Os compostos derivados de plantas com propriedades antimicrobianas podem promover a redução ou a inibição de microrganismos patogênicos e deteriorantes, mostrando-se como uma eficiente opção aos antimicrobianos sintéticos. Logo, a utilização de agentes antimicrobianos naturais no processamento de alimentos pode ser amplamente explorada no intuito de prolongar a vida útil dos produtos alimentícios (Negi, 2012). Contudo, há uma escassez de estudos que avaliam a ação inibitória de compostos naturais presentes nas espécies de *Terminalia* sobre bactérias transmitidas pelos alimentos.

Em associação a este cenário, cada vez mais, têm-se consumidores a procura de produtos alimentícios com conservantes de fontes naturais em detrimento aos sintéticos (Akter *et al.*, 2019). Desta maneira, abre-se novas perspectivas quanto aos estudos de novas fontes vegetais, a exemplo das partes comestíveis do fruto da castanhola (*T. catappa*), como alternativa no atendimento a estas demandas.

7.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, TECNOLÓGICA E SENSORIAL DAS FORMULAÇÕES DE PÃES ENRIQUECIDAS COM FARINHA DA AMÊNDOA DA CASTANHOLA

A Tabela 10 apresenta os resultados, expressos em média de três repetições, das composições centesimais das formulações de pães elaboradas com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola.

Tabela 10 - Composição centesimal (%) e Valor Energético Total (VET) em Kcal/100g das formulações de pães elaboradas com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola.

Composição	Formulações			
	PFAC 0	PFAC 5	PFAC 10	PFAC 15
Umidade	29,07 ± 0,05 ^c	31,18 ± 0,31 ^a	29,79 ± 0,19 ^b	31,08 ± 0,09 ^a
Cinzas	1,31 ± 0,01 ^a	1,37 ± 0,13 ^a	1,38 ± 0,08 ^a	1,52 ± 0,15 ^a
Proteínas	9,33 ± 0,02 ^c	9,13 ± 0,04 ^d	10,04 ± 0,04 ^b	10,39 ± 0,11 ^a
Lipídios	2,46 ± 0,07 ^d	3,88 ± 0,18 ^c	6,27 ± 0,09 ^b	7,72 ± 0,11 ^a
Carboidratos	57,83 ± 0,06 ^a	54,44 ± 0,04 ^b	52,52 ± 0,08 ^c	49,39 ± 0,30 ^d
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Sólidos totais (%)*	70,93 ± 0,05 ^c	68,82 ± 0,31 ^a	70,21 ± 0,19 ^b	68,92 ± 0,09 ^a
VET	290,78	289,17	306,64	308,63

Fonte: A autora (2023).

PFAC 0; PFAC 5; PFAC 10; PFAC 15 – Formulações com 0%, 5%, 10% e 15% de farinha da amêndoa da castanhola, respectivamente. *Resíduo seco após a secagem das amostras na análise de umidade. Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). Na mesma linha, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A substituição da farinha de trigo por farinha da amêndoa da castanhola provocou mudanças significantes na composição química dos pães elaborados (Tabela 10). A formulação controle apresentou a menor proporção de umidade (29,07%), sendo estatisticamente diferente frente os pães enriquecidos com FAC ($p \leq 0,05$). Segundo Azeez *et al.* (2022) propriedades físicas, sensoriais e microbiológicas dos pães são impactadas pelo conteúdo de umidade. E mais, certo grau de umidade é importante para manutenção do frescor do pão, como também evita seu ressecamento enquanto estiver na prateleira. Em relação à quantidade de cinzas das amostras, houve aumento no teor de minerais a partir do incremento da farinha de FAC, no entanto sem significância estatística ($p \geq 0,05$).

A elevação da participação da FAC sobre as formulações de pães levou ao aumento significativo no conteúdo de proteína ($p \leq 0,05$), excetuando-se o pão enriquecido com 5% de FAC. O teor médio desse nutriente nos pães enriquecidos (PFAC 5, 10 e 15) foi de 14,22 g/100 g em base seca. O percentual de proteína nas

formulações PFAC 5, 10 e 15 aumentou aproximadamente 1%, 9% e 15%, respectivamente, em relação a amostra elaborada com 100% de farinha de trigo, impactando no valor nutricional destes produtos. Tendência correlata foi verificada para o conteúdo de lipídios, onde o enriquecimento dos pães com a FAC aumentou de forma estatisticamente significativa o teor deste macronutriente versus a amostra controle ($p \leq 0,05$).

O teor médio de gordura nos produtos adicionados com PFAC foi de 8,59 g/100 g em base seca, representando um valor 147,55% maior que o pão controle em média. Estes dados permitem afirmar que o processo de enriquecimento do pão com PFAC agregou valor nutricional ao pão de trigo, sendo um panorama previsto dado o alto percentual de lipídios da matéria prima em estudo (Tabela 6). Os relatos descritos por Pycia e Ivanišová (2020) para pães elaborados com avelãs e nozes e Jahan *et al.* (2023) para pães enriquecidos com sementes de tâmaras em pó foram semelhantes à presente pesquisa.

Acerca dos valores obtidos para carboidratos, constatou-se redução significativa dos seus teores com o aumento da participação da FAC ao ser comparado com a amostra controle ($p \leq 0,05$). Nesta ordem, houve redução em 2,98%, 8,25% e 12,11% nos teores de carboidratos dos pães contendo 5%, 10% e 15%. Azeez *et al.* (2022) detectou mesma tendência para pães elaborados com diferentes proporções de concentrado proteico de castanha de caju, atribuindo a diminuição do conteúdo de carboidratos ao aumento de outros constituintes (cinzas, gorduras, proteínas e fibras), pois o teor de carboidratos foi determinado por diferença.

Os resultados obtidos através de análises físicas e tecnológicas, realizadas nos pães produzidos em proporções variadas da farinha da amêndoa da castanhola, estão apresentados na Tabela 11, enquanto a Figura 9 ilustra a aparência física das referidas formulações.

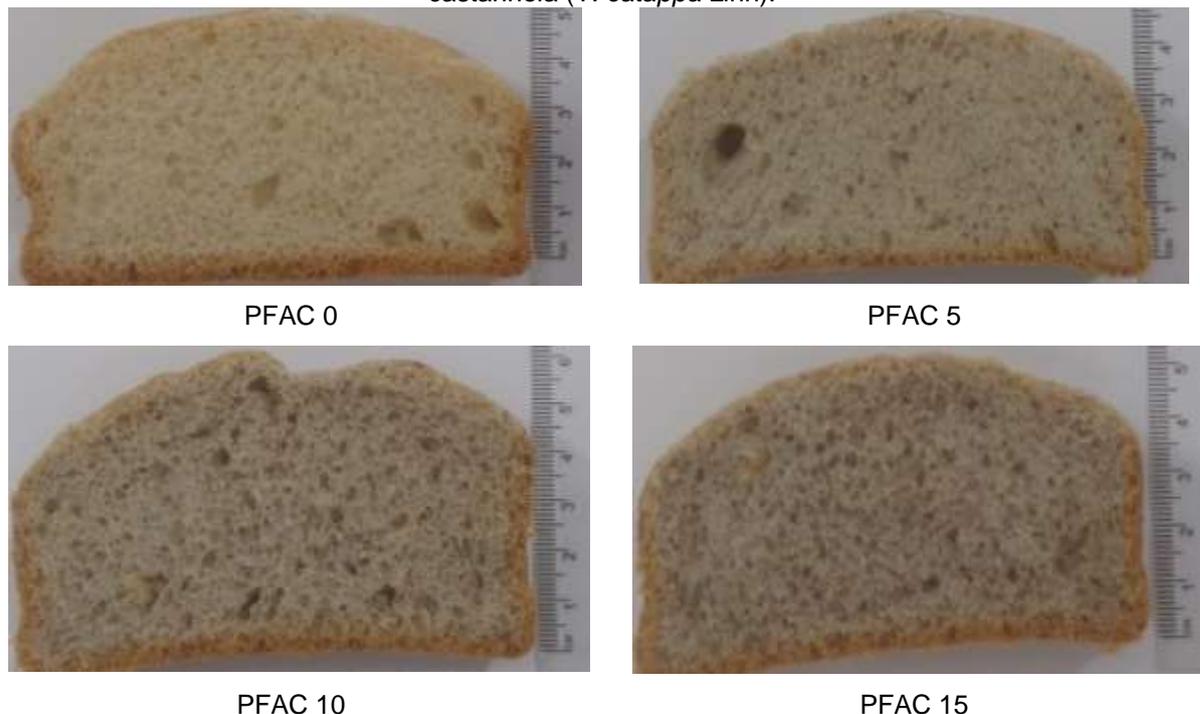
Tabela 11 – Influência das diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola sobre a qualidade de pães.

Ensaio	Formulações			
	PFAC 0	PFAC 5	PFAC 10	PFAC 15
Parâmetros físicos				
Largura/Altura (cm/cm)	1,92 ± 0,01 ^b	2,36 ± 0,12 ^a	1,79 ± 0,07 ^b	1,97 ± 0,03 ^b
Volume da fatia (cm ³)	96,67 ± 15,28 ^a	76,67 ± 5,77 ^a	103,33 ± 5,77 ^a	96,67 ± 11,55 ^a
Volume específico (cm ³ /g)	3,40 ± 0,60 ^a	2,50 ± 0,24 ^{ac}	3,56 ± 0,14 ^{ab}	3,42 ± 0,28 ^a
Parâmetros de textura				
Dureza (N)	36,89 ± 6,20 ^b	48,11 ± 3,92 ^a	26,04 ± 3,34 ^c	22,81 ± 1,19 ^c
Coabilidade (-)	0,77 ± 0,10 ^a	0,72 ± 0,02 ^a	0,75 ± 0,02 ^a	0,74 ± 0,03 ^a
Elasticidade (mm)	9,70 ± 0,16 ^a	9,65 ± 0,06 ^a	9,60 ± 0,08 ^a	9,48 ± 0,19 ^a
Gomosidade (N)	0,63 ± 0,75 ^a	0,88 ± 0,63 ^a	0,38 ± 0,48 ^a	0,25 ± 0,50 ^a
Mastigabilidade (N)	274,27 ± 47,76 ^a	331,77 ± 24,69 ^a	187,00 ± 19,11 ^b	159,23 ± 7,08 ^b
Parâmetros de cor da crosta				
L*	64,59 ± 0,88 ^a	63,21 ± 1,34 ^a	59,23 ± 0,92 ^b	52,14 ± 1,12 ^c
a*	11,81 ± 0,41 ^b	9,92 ± 0,61 ^c	12,32 ± 0,63 ^{bd}	12,83 ± 0,57 ^{ad}
b*	30,96 ± 0,76 ^a	30,46 ± 1,01 ^a	30,53 ± 0,62 ^a	28,21 ± 0,77 ^b
ΔE*	-	3,19 ± 0,97 ^a	5,44 ± 0,91 ^b	12,62 ± 1,63 ^c
Parâmetros de cor do miolo				
L*	74,42 ± 1,57 ^a	71,56 ± 0,71 ^b	69,50 ± 2,35 ^b	63,80 ± 0,87 ^c
a*	0,91 ± 0,23 ^a	0,37 ± 0,14 ^b	0,44 ± 0,20 ^b	1,10 ± 0,19 ^a
b*	16,66 ± 0,78 ^a	13,97 ± 0,89 ^b	13,22 ± 0,75 ^{bd}	12,27 ± 0,33 ^{cd}
ΔE*	-	3,61 ± 0,81 ^a	6,26 ± 1,92 ^b	11,56 ± 1,28 ^c

Fonte: A autora (2023).

PFAC 0; PFAC 5; PFAC 10; PFAC 15 – Formulações com 0%, 5%, 10% e 15% de farinha da amêndoa da castanhola, respectivamente. Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 5). Na mesma linha, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 9 – Fatias de pães elaborados com diferentes proporções de farinha da amêndoa da castanhola (*T. catappa* Linn).



Fonte: A autora (2023).

Em relação ao formato das fatias dos pães (representado pelo quociente largura x altura das formulações), verifica-se que o acréscimo percentual da farinha da amêndoa da castanhola não provocou variação estatística da altura dos pães em relação ao controle ($p \geq 0,05$), exceto para amostra PFAC 5. Este pão apresentou altura significativamente menor frente às demais formulações, podendo ser observado através da Figura 9.

O volume dos pães não diminuiu de maneira significativa com o aumento da participação da FAC versus a formulação controle (Tabela 11), sendo uma tendência acompanhada pelos valores de volume específico. Os pães enriquecidos com variadas proporções de FAC tiveram um volume médio de $92,22 \text{ cm}^3$, sendo cerca de 5% menores que o pão controle, além disso, a formulação PFAC 10 obteve o maior volume ($103,33 \text{ cm}^3$). Chochkov *et al.* (2016) pontuam que a adição de 5% de farinhas de nozes é a ideal para manutenção do volume correto do pão, destoando do presente estudo. Contudo, Gómez *et al.* (2008) obtiveram dados semelhantes aos nossos achados, onde o pão com 10% de farinha de nozes apresentou o maior volume, verificando diminuição do volume com o incremento em mais de 10% na proporção desta farinha. Os referidos autores, corroborados por Azeez *et al.* (2022), indicam que este comportamento pode ser justificado pelo incremento da proporção de proteínas,

fibras e/ou gorduras advindos de ingredientes sem glúten como as farinhas de amêndoas, como a FAC. Neste contexto, as interações desencadeadas entre esses componentes e as proteínas do glúten, levam ao enfraquecimento da rede de glúten responsável pela retenção dos gases produzidos pelas leveduras durante o processo fermentativo. Contribui também a proposição de Sluimer (2005) afirmando que a adição de alto teor de gordura promove diminuição da elasticidade da massa, da disponibilidade de água para a pasta de amido e da atividade fermentativa da massa, e, conseqüente redução do volume alcançável dos pães. Outra frente a ser aventada para a retração do volume de pães enriquecidos com castanhas atribui-se às propriedades antimicrobianas desta matéria prima. Tal característica levaria ao enfraquecimento das leveduras responsáveis pela fermentação (Colaric *et al.* 2005; Pycia; Ivanišová, 2020). Estas afirmações apoiam os resultados obtidos neste estudo, com o decaimento da altura, do volume e volume específico da formulação PFAC 15 comparando-se à amostra PFAC 10, mesmo que de forma insignificante estatisticamente ($p \geq 0,05$).

Os valores das análises do perfil de textura (TPA) dos pães enriquecidos com variadas concentrações de FAC são expressos na Tabela 11. Observou-se diminuição significativa na dureza comparando-se à amostra controle ($p \leq 0,05$), salvo a formulação PFAC 5. A dureza média dos miolos dos pães com a FAC foi cerca de 12% inferior ao pão controle, enquanto a PFAC 5 exibiu aumento de 30,42% do valor sobre a formulação padrão. Estes resultados foram discordantes aos relatos de Bouaziz *et al.* (2020) e Zarzycki *et al.*, 2022. Os referidos pesquisadores atestam que a substituição parcial da farinha de trigo por farinhas ricas em fibras provoca uma diminuição no volume do pão e, por conseguinte, aumenta a dureza do miolo. Complementarmente, Li *et al.* (2019) e Pycia e Ivanišová (2020) reforçam que múltiplos fatores determinam a dureza do produto, como a fração de fibra, o tipo de aditivos utilizados, a forma como a massa é manuseada e o peso específico do miolo do pão. Os parâmetros de coesividade, elasticidade e gomosidade permaneceram inalteradas ($p \geq 0,05$) em comparação com o pão elaborado sem adição da FAC. O miolo da amostra padrão (PFAC 0) foi caracterizado por mastigabilidade estatisticamente maior em relação aos pães preparados com 10% e 15% de FAC. Além do mais, houve redução da mastigabilidade para estas formulações em torno de 32% e 42%, respectivamente, comparando-se ao pão controle.

No que se refere aos parâmetros de cor, observou-se que, à medida que a proporção de FAC aumentou, os valores L^* (luminosidade) da crosta e do miolo diminuíram em relação à amostra controle ($p \leq 0,05$), exceto a formulação PFAC 5 para crosta. Constatou-se ainda que o parâmetro a^* teve um acréscimo estatístico significativo ao passo que aumentava a participação da FAC na formulação do pão, culminando em uma crosta cada vez mais vermelha ao correlacionarmos ao valor da formulação controle ($p \leq 0,05$). O valor mais elevado do parâmetro b^* foi observado na amostra controle, tanto para a crosta quanto para o miolo, tendo o aumento da participação da FAC resultado em diminuição significativa deste valor para a crosta da formulação PFAC 15 e para os valores do miolo dos pães PFAC 5, PFAC 10 e PFAC 15. De forma geral, os resultados foram concordantes (diminuição de L^* , aumento de a^* e diminuição de b^* frente a amostra controle para crosta e miolo) aos reportados por Pycia e Ivanišová (2020) e Jahan *et al.* (2023) em resposta ao enriquecimento de pães elaborados com diferentes teores de farinhas de avelãs e nozes e de sementes de tâmaras em pó, respectivamente. Atribui-se essas mudanças de cor à temperatura de cozimento, onde a mesma no centro do miolo do pão não chega a 100 °C durante a cocção, mas ultrapassa esse patamar na crosta. Com isto, há o favorecimento das interações entre açúcar e proteína, e consequente, reação de *Maillard*, como também da caramelização do açúcar, especialmente na crosta do pão (Martínez; Oliete; Gómez, 2013; Rubel *et al.*, 2015). Além disso, as formulações mostraram-se significativamente diferentes na cor da crosta e do miolo (ΔE^*) quanto à amostra controle, com valores superiores a 3 (Tabela 11). Neste sentido, Kowalczewski *et al.* (2019) atestam que valores de ΔE^* do miolo superiores a 3 permitem a percepção de diferenças de cor, mesmo para um observador não treinado, podendo ser corroborado pela observação da Figura 9.

Previamente a realização dos testes sensoriais, as amostras das formulações dos pães enriquecidos com diferentes teores de FAC foram submetidas às análises microbiológicas para verificação de conformidade aos parâmetros estabelecidos pelas RDC n°724/2022 e Instrução Normativa n° 161/2022 para *Salmonella sp.*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* e bolores e leveduras (Brasil, 2022a, 2022b). Desta forma, os resultados revelaram que todos os tratamentos estavam em conformidade à legislação vigente quanto aos grupos de microrganismos estudados.

Noventa e seis provadores voluntários não treinados participaram da análise sensorial, sendo um grupo representado por 72,92% (70) pelo público feminino e

27,08% (26) pelo masculino. A média de idade para mulheres e homens foram de 24,2 e 22,6 anos, nesta ordem. Enquanto a média geral dos participantes foi de 23,4 anos.

Os escores médios do teste de aceitação em relação à aparência, aroma, textura, sabor e impressão global dos pães enriquecidos com diferentes concentrações de FAC estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12 – Avaliação sensorial de formulações de pães elaborados com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola.

Atributos	Formulações			
	PFAC 0	PFAC 5	PFAC 10	PFAC 15
Aparência	8,11 ± 1,02 ^a	7,41 ± 1,24 ^b	7,30 ± 1,40 ^c	7,07 ± 1,18 ^d
Aroma	7,38 ± 1,43 ^a	7,19 ± 1,48 ^b	7,13 ± 1,62 ^c	7,17 ± 1,46 ^b
Textura	7,12 ± 1,75 ^b	6,91 ± 1,75 ^c	7,19 ± 1,73 ^a	7,12 ± 1,68 ^b
Sabor	7,05 ± 1,59 ^c	7,30 ± 1,56 ^b	6,90 ± 2,01 ^d	7,40 ± 1,62 ^a
Impressão Global	7,28 ± 1,64 ^b	7,30 ± 1,42 ^b	7,03 ± 2,01 ^c	7,34 ± 1,61 ^a
Intenção de compra	3,84 ± 1,11 ^a	3,98 ± 0,98 ^a	3,82 ± 1,28 ^a	3,86 ± 1,06 ^a

Fonte: A autora (2023).

PFAC 0; PFAC 5; PFAC 10; PFAC 15 – Formulações com 0%, 5%, 10% e 15% de farinha da amêndoa da castanhola, respectivamente. Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 96). Na mesma linha, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Genericamente, as formulações dos pães enriquecidos com FAC apresentaram boa aceitação, uma vez que as notas atribuídas pelos provadores foram acima de 7 (correspondente a “Gostei Moderadamente”) para todos os atributos, exceto para os itens textura (PFAC 5) e sabor (PFAC 10). Os resultados obtidos indicam ainda que o pão enriquecido com 15% da FAC foi significativamente mais apreciado pelos provadores para os atributos sabor e impressão global em comparação à amostra controle ($p \leq 0,05$) (Tabela 12).

Os valores dos parâmetros aparência e aroma para todas as amostras registraram diferença significativa quando comparados ao controle, tendo os escores diminuído com o aumento da proporção de FAC ($p \leq 0,05$) (Tabela 12). Distintamente, Azeez *et al.* (2022) obtiveram resultados opostos aos nossos achados, ou seja, aumento da pontuação destes atributos com o acréscimo da contribuição do concentrado proteico de caju.

Quanto ao item textura, a formulação PFAC 10 (7,19) foi a mais bem avaliada pelos provadores, sendo significativamente distinta às amostras PFAC 5 e PFAC 15 (6,91 e 7,12), respectivamente, como também o pão controle (7,12) ($p \leq 0,05$) (Tabela 12). Contrariamente, Azeez *et al.* (2022) não detectaram variação estatística dos pães contendo concentrado proteico de castanha de caju do controle, mesmo os primeiros apresentando pontuações mais altas em relação ao último para esse atributo. Os autores ainda relataram que a maioria dos provadores declarou que a textura dos pães produzidos com o concentrado proteico era mais macia frente ao pão elaborado com 100% de trigo. Esta percepção pode estar relacionada a diluição do glúten e a alta capacidade da absorção de água atribuída às farinhas mistas, refletindo na melhoria da textura em pães. A proposição acima descrita permite compreender os resultados alcançados para o atributo textura neste estudo, pois a FAC apresenta alta capacidade de absorção de água, além de alta capacidade de absorção de óleo (Tabela 7).

No que diz respeito ao atributo sabor, a formulação controle foi estatisticamente distinta aos pães contendo diferentes proporções de FAC foram ($p \leq 0,05$), permitindo também inferir que o pão PFAC 15 (7,40) foi superior aos demais neste quesito. Os escores médios da impressão global dos pães variaram entre 7,03 e 7,34, seguindo tendência similar à textura das amostras. Isto é, a formulação PFAC 15 (7,34) foi significativamente superior à todas as amostras ($p \leq 0,05$) (Tabela 12). Resultados análogos foram reportados por Azeez *et al.* (2022) ao atestarem que a adição de 15% de concentrado proteico de castanha de caju promoveu melhoria significativa na impressão global dos pães. Já Jahan *et al.* (2023) observaram que as formulações contendo diferentes percentuais da farinha da semente de tâmara em pó obtiveram escores médios menores aos computados para a amostra controle, quanto à aceitação global. Os pesquisadores sugeriam também que o pão formulado com 5% da referida farinha teve a melhor pontuação em termos de aceitabilidade pelos provadores.

Em relação ao teste de intenção de compra, os resultados, dispostos na Tabela 12, confirmam a intenção de compra para as formulações, onde os valores variaram de 3,82 a 3,98, correspondendo a uma pontuação próxima de “provavelmente compraria” (4).

Segundo Sabatini *et al.* (2011), a intenção de compra tem íntima relação à aceitabilidade do atributo sabor dos produtos, uma vez que o consumidor dá

preferência de compra ao produto que apresenta um sabor mais agradável. Esta afirmação assemelha-se aos dados alcançados nesta pesquisa, no qual o pão elaborado com 15% de FAC obteve o maior escore médio para o item sabor e segunda formulação com maior percentual no teste de intenção de compra (Tabela 12).

Ademais, Assis *et al.* (2019) verificaram que as formulações com menores contribuições da farinha da polpa de mutamba (fruto do cerrado brasileiro) exibiram maiores escores de aceitabilidade e intenção de compra. Esta apuração destoa dos achados da presente pesquisa. Desta forma, este panorama reforça a potencialidade de inserção no mercado de produtos à base de amêndoa do fruto da castanhola, em especial no ramo de produtos de panificação.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As composições nutricionais revelaram como macronutrientes representativos carboidratos e proteínas para farinha da polpa e conteúdo relevante de lipídios e proteínas para farinha da amêndoa, refletindo na qualidade nutricional e no alto valor energético destas matérias primas.

As propriedades física, físico-químicas e tecnológicas das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola, em especial a avaliação da capacidade de absorção de água e óleo, sugerem a utilização destas matrizes na composição de produtos de panificação, molhos e produtos cárneos.

O presente estudo revelou, até o momento de forma inédita, um perfil de compostos fenólicos nas amêndoas, onde 12 estruturas foram identificadas e quantificadas, sendo flavanóis os componentes majoritários. Adicionalmente, detectou-se 21 compostos fenólicos no extrato da farinha da polpa, onde os flavonóis foram os constituintes mais expressivos.

Apesar dos extratos das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola terem exibido baixa atividade antioxidante frente ao radical DPPH, há a necessidade de explorar a atividade destes extratos a partir de outras metodologias.

O extrato da farinha da amêndoa da castanhola promoveu inibição, em diferentes concentrações do extrato, de cinco microrganismos testados - *Sta. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. enterica* e *E. feacalis*. Já o extrato da farinha da polpa conseguiu inibir apenas a *L. monocytogenes*.

A adição de FAC influenciou a composição dos pães, proporcionando enriquecimento nutricional aos produtos. Dureza e mastigabilidade foram parâmetros de textura positivamente afetados com a aumento proporcional da FAC, além de influenciar a cor das formulações. No teste de aceitabilidade, os pães receberam pontuações médias correspondentes a “gostei moderadamente” para todos atributos julgados, como também alto percentual de intenção de compra.

Em síntese, os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem um cenário promissor para aplicação das farinhas da polpa e da amêndoa da castanhola no setor de alimentos. E desta maneira, explorar formas de agregar valor a estas matrizes alimentícias ainda desconhecidas, além de possibilitar a melhoria da qualidade e do valor nutricional dos mais diversos produtos alimentícios.

REFERÊNCIAS

- ABDULKADIR, A. R.; ABDULKADIR, R. In Vitro Antioxidant Activity of Ethanolic Extract from *Terminalia Catappa* (L.) Leaves and Fruits: Effect of Fruit Ripening. **International Journal of Science and Research**, v. 4, n. 8, p. 1244 – 1249, 2015.
- ADEFEGHA, S. A.; OBOH, G.; OYELEYE, S. I.; EJAKPOV, I. Erectogenic, antihypertensive, antiabetic, antioxidative properties and phenolic compositions of almond fruit (*Terminalia catappa* L.) parts (hull and drupe) – in vitro. **Journal of Food Biochemistry**, p. 01-11, e12309, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12309>.
- ADEONIPEKUN, P. A.; ADENIYI, T. A.; CHIDINMA, O. Q.; OMOLAYO, R. O. Proximate, phytochemical, and antimicrobial evaluation of flowers of *Mangifera indica* L., stamens of *Terminalia catappa* L., and anther of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **South African Journal of Botany**, v. 155, p. 223–229, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.02.011>.
- AHMED, J.; THOMAS, L.; KHASHAWI, R. Influence of hot air and freeze-drying on functional, rheological, structural and dielectric properties of green banana flour and dispersions. **Food Hydrocolloids**, v. 99, 105331, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105331>.
- AISHWARYA, D.; SHETTY, K. V.; SAIDUTTA, M. B. Highly stable silver nanoparticles synthesized using *Terminalia catappa* leaves as antibacterial agent and colorimetric mercury sensor. **Materials Letters**, v. 207, p. 66–71, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2017.07.024>.
- AJIBADE, T.; ADEBAYO, A.; OYAGBEMI, A.; OMOBOWALE, T. Polyphenol-rich Fraction of *Terminalia catappa* Prevents Chronic Lead Acetate Induced Oxidative Stress and Cardiorenal Toxicities in Rats. **Clinical Complementary Medicine and Pharmacology**, v. 2, n. 2, 100032, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ccmp.2022.100032>.
- AKTER, S.; NETZEL, M. E.; TINGGI, U.; OSBORNE, S. A.; FLETCHER, M. T.; SULTANBAWA, Y. Antioxidant rich extracts of *Terminalia ferdinandiana* inhibit the growth of foodborne bacteria. **Foods** (Basel Switzerland), v. 8, n. 8, 281, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8080281>.
- ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; UKAEGBU, C. I. Extraction of phenolic compounds: A review. **Current Research in Food Science**, v. 4, p. 200–214, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.011>.
- ANAND, A. V.; DIVYA, N.; KOTTI, P. P. An updated review of *Terminalia catappa*. **Pharmacognosy Reviews**, v. 9, n. 18, p. 93–98, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4103/0973-7847.162103>.
- ASIBEY-BERKO, E.; TAYIE, F. A. K. Proximate analysis of some under-utilized Ghanaian vegetables. **Ghana Journal of Science**, v. 39, p. 91–96, 1999. DOI: <https://doi.org/10.4314/gjs.v39i1.15862>.

ARRÁZOLA-PATERNINA, G. S.; ALVIS-BERMÚDEZ, A.; HERAZO-CAMACHO, I. C. Aprovechamiento tecnológico del almendro de india (*Terminalia catappa* L) para la obtención de productos alimenticios. **Orinoquia**, v. 19, n. 1, p. 27–34, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22579/20112629.312>.

ASSIS, R. Q.; ANDRADE, K. L.; BATISTA, L. E. G.; RIOS, A. de O.; DIAS, D. R.; NDIAYE, E. A.; SOUZA, É. C. de. Characterization of mutamba (*Guazuma ulmifolia* LAM.) fruit flour and development of bread. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v.19, 101120, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2019.101120>.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis**. 18th ed. Washington: AOAC, 2005.

ATSU BARKU, V. Y.; NYARKO, H. D.; DORDUNU, P. Studies on the physicochemical characteristics, microbial load and storage stability of oil from Indian almond nut (*Terminalia catappa* L.). **Food Science and Quality Management**, v. 8, 2012.

AZEEZ, S.; CHINMA, C. E.; MAKANJUOLA, A. J.; AFOLABI, R. O.; KOLAWOLE, F. L.; YOHANNA, A. Effect of cashew nut protein concentrate substitution on the physicochemical properties, antioxidant activity and consumer acceptability of wheat bread. **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 6, p. 2200–2208, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05233-y>.

AZMIR, J.; ZAIDUL, I. S. M.; RAHMAN, M. M.; SHARIF, K. M.; MOHAMED, A.; SAHENA, F.; JAHURUL, M. H. A.; GHAFOR, K.; NORULAINI, N. A. N.; OMAR, A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, v.117, n.4, p.426–436, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>.

BAG, A.; BHATTACHARYYA, S. K.; CHATTOPADHYAY, R. R. The development of *Terminalia chebula* Retz. (*Combretaceae*) in clinical research. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 3, p. 244–252, 2013. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60059-3](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60059-3).

BAG, A.; BHATTACHARYYA, S. K.; PAL, N. K.; CHATTOPADHYAY, R. R. Anti-inflammatory, anti-lipid peroxidative, antioxidant and membrane stabilizing activities of hydroalcoholic extract of *Terminalia chebula* fruits. **Pharmaceutical Biology**, v. 51, p. 1515–1520, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.799709>.

BAJPAI, M.; PANDE, A.; TEWARI, S. K.; PRAKASH, D. Phenolic contents and antioxidant activity of some food and medicinal plants. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, p. 287–291, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/09637480500146606>.

BASU, T.; PANJA, S.; GHATE, N. B.; CHAUDHURI, D.; MANDAL, N. Antioxidant and antiproliferative effects of different solvent fractions from *Terminalia belerica* Roxb. fruit on various cancer cells. **Cytotechnology**, v. 69, p. 201–216, 2017. DOI: [10.1007/s10616-016-0051-6](https://doi.org/10.1007/s10616-016-0051-6).

BEHL, T.; KOTWANI, A. Anti-hyperglycemic effect of *Terminalia catappa* fruit extract in streptozotocin-induced diabetic rats. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 9, n4, p. 212–217, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22159/ijpps.2017v9i4.17593>.

BENÍTEZ, V.; ESTEBAN, R. M.; MONIZ, E.; CASADO, N.; AGUILERA, Y.; MOLLÁ, E. Breads fortified with wholegrain cereals and seeds as source of antioxidant dietary fibre and other bioactive compounds. **Journal of Cereal Science**, v. 82, p. 113–120, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2018.06.001>.

BERNHOF, A.; SIEM, H.; BJERTNESS, E.; MELTZER, M.; FLATEN, T.; HOLMSEN, E. Bioactive compounds in plants—benefits and risks for man and animals. **The Norwegian Academy of Science and Letters**, Oslo, 2010.

BORGES, V. C.; FERNANDES, S. S.; ZAVAREZE, E. da R.; HAROS, C. M.; HERNANDEZ, C. P.; DIAS, A. R. G.; SALAS-MELLADO, M. de las M. Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispânica L*). **Food Bioscience**, v. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101294>.

BOUAZIZ, F.; ABDEDDAYEM, A. B.; KOUBAA, M.; GHORBEL, R. E.; CHAABOUNI, S. E. Date Seeds as a Natural Source of Dietary Fibers to Improve Texture and Sensory Properties of Wheat Bread. **Foods**, v. 9, 737, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9060737>.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75, de 8 de Outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 9 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de Setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasil; 2005, p. 368-369. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3. Acesso em: 14 Ago, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 724, de 01 de julho de 2022a. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**. 2022. Brasília, DF, 2022a. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_724_2022_.pdf/33c61086-4f32-43c2-9105-c318fa6069ce. Acesso em: 01 Dez, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022b. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. 2022. Brasília, DF, 2022b. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2. Acesso em: 01 Dez, 2022.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. Disponível em: <https://alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>. Acesso em: 10 Jan, 2021.

BRITO, V. H. S.; CEREDA, M. P. Método para determinação de volume específico como padrão de qualidade do polvilho azedo e sucedâneos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 14–22, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.0214>.

BRITO, T. B. N.; PEREIRA, A. P. A.; PASTORE, G. M.; MOREIRA, R. F. A.; FERREIRA, M. S. L.; FAI, A. E. C. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. **LWT - Food Science and Technology**, v. 124, 109028, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109028>.

CAMPIDELLI, M.; CARNEIRO, J. de D.; SOUZA, E. C.; MAGALHÃES, M.; KONIG, I. BRAGA, M.; ORLANDO, T.; SIMÃO, S. D.; LIMA, L.; VILAS BOAS, E. V. B. Impact of the Drying Process on the Quality and Physicochemical and Mineral Composition of Baru Almonds (*Dipteryx Alata* Vog.) Impact of the Drying Process on Baru Almonds. **Journal of Culinary Science & Technology**, v.18, n.3, p. 231–243, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/15428052.2019.1573710>.

CERVERA-CHINER, L.; BARRERA, C.; BETORET, N.; SEGUÍ, L. Impact of sugar replacement by non-centrifugal sugar on physicochemical, antioxidant and sensory properties of strawberry and kiwifruit functional jams. **Heliyon**, v. 7, n. 1, e05963, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05963>.

CHANDRA, S.; SAMSHER, L. Assessment of Functional Properties of Different Flours. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 38, p. 4849–4852, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.6905>.

CHAGAS, E. G. L. das; VANIN, F. M.; GARCIA, V. A. dos S.; YOSHIDA, C. M. P.; CARVALHO, R. A. da. Enrichment of antioxidants compounds in cookies produced with camu-camu (*Myrciaria dubia*) coproducts powders. **LWT – Food Science and Technology**, v. 137, 110472, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110472>.

CHANDRASEKHAR, Y.; RAMYA, E. M.; NAVYA, K.; KUMAR, G. P.; ANILAKUMAR, K. R. Antidepressant like effects of hydrolysable tannins of *Terminalia catappa* leaf extract via modulation of hippocampal plasticity and regulation of monoamine neurotransmitters subjected to chronic mild stress (CMS). **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 86, p. 414–425, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2016.12.031>.

CHIVANDI, E.; DAVIDSON, B. C.; ERLWANGER, K. H. Proximate, mineral, fibre, phytate–phosphate, vitamin E, amino acid and fatty acid composition of *Terminalia sericea*. **South African Journal of Botany**, v. 88, p. 96–100, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.001>.

CHOCHKOV, R.; CHONOVA, V.; KARADZHOV, G.; NEDELICHEVA, R. The influence of walnut flour quantity on the quality of wheat bread. **International Journal of Scientific and Engineering Research**, v. 7, n. 10, p. 1161–1164, 2016.

COCK, I. E. The medicinal properties and phytochemistry of plants of the genus *Terminalia* (Combretaceae). **Inflammopharmacology**, v. 23, p. 203–229, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10787-015-0246-z>.

COCK, I. E.; RAYAN, P. Ascorbic acid potentiates the *Giardia duodenalis* growth inhibitory activity of pure *Terminalia ferdinandiana* Exell compounds. **Parasitology Research**, v.119, p. 1125–1137, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06579-1>.

COLARIC, M.; VEBERIC, R.; SOLER, A.; HUDINA, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids, syringaldehyde and juglone in fruits of different cultivars of *Juglans regia* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 16, p. 6390–6396, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf050721n>.

CÖMERT, E. D.; MOGOL, B. A.; GÖKMEN, V. Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. **Current Research in Food Science**, v.2, p. 1–10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.11.001>.

COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS. **Rapport de la seizième session du comité du codex sur les graisses et les huiles**. London, p. 8–12, 1999 (ALINORM 99/17).

DAGLIA, M. Polyphenols as antimicrobial agents. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 23, n. 2, p. 174–181, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.007>

DAS, G.; KIM, D.-Y; FAN, C.; GUTIÉRREZ-GRIJALVA, E. P.; HEREDIA, J. B.; NISSAPATORN, V.; MITSUWAN, W.; PEREIRA, M. L.; NAWAZ, M.; SIYADATPANAH, A.; NOROUZI, R.; SAWICKA, B.; SHIN, H.-S.; PATRA, J. K. Plants of the Genus *Terminalia*: An Insight on Its Biological Potentials, Pre-Clinical and Clinical Studies. **Frontiers in Pharmacology**, v. 11, 561248, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.561248>.

DHARMARATNE, M. P. J.; MANORAJ, A.; THEVANESAM, V.; EKANAYAKE, A.; KUMAR, N. S.; LIYANAPATHIRANA, V.; ABEYRATNE, E.; RATNAYAKE BANDARA, B. M. *Terminalia bellirica* fruit extracts: in-vitro antibacterial activity against selected multidrug-resistant bacteria, radical scavenging activity and cytotoxicity study on BHK-21 cells. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 18, p. 325–325, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2382-7>.

DE JONG, A.; PLAT, J.; MENSINK, R. P. Metabolic effects of plant sterols and stanols. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 14, n. 7, p. 362–369, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0955-2863\(03\)00002-0](https://doi.org/10.1016/s0955-2863(03)00002-0).

DEWENTTINCK, K.; BOCKSTAELE, F. V.; KUHNE, B.; WALLE, D. V.; COURTENS, T.; GELLYNCK, X. Nutritional value of bread: Influence of processing, food

interaction and consumer perception. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 243–257, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.01.003>.

DIAS, P. G. I.; SAJIWANIE, J. W. A.; RATHNAYAKA, R. Chemical Composition, Physicochemical and Technological Properties of Selected Fruit Peels as a Potential Food Source. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, supl. 2, p. 1–12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1717402>.

DIKSHIT, M.; SAMUDRASOK, R. K. Nutritional evaluation of outer fleshy coat of *Terminalia catappa* fruit in two varieties. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 47–51, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3109/09637486.2010.500610>.

DIVYA, N.; RENGARAJAN, R. L.; RADHAKRISHNAN, R.; ABD_ALLAH, E. F.; ALQARAWI, A. A.; HASHEM A.; MANIKANDAN, R.; ANAND, A. V. Phytotherapeutic efficacy of the medicinal plant *Terminalia catappa* L. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 5, p. 985-988, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.12.010>.

DUTRA, M. da. C. P.; RODRIGUES, L. L.; OLIVEIRA, D. de; PEREIRA, G. E.; LIMA, M. dos S. Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. **Food Chemistry**, v. 269, p. 157–165, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.014>.

ESWARAN, G. M. U.; KARUNANITHI, S.; GUPTA, R. K.; ROUT S.; SRIVASTAV, P. P. Edible insects as emerging food products—processing and product development perspective. **Journal Food Science Technology**, v. 60, p. 2105–2120, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05489-y>.

FAN, C.; DONG, Y.; XIE, Y.; SU, Y.; ZHANG, X.; LEAVESLEY, D.; UPTON, Z. Shikonin reduces TGF- β 1-induced collagen production and contraction in hypertrophic scar-derived human skin fibroblasts. **International Journal of Molecular Medicine**, v. 36, n. 4, p. 985–991, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3892/ijmm.2015.2299>.

FOOD AND NUTRITIONAL BOARD – FNB. Institute of Medicine of the National Academies. **Dietary Reference Intakes (DRI) for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids (Macronutrients)**. The National Academies Press, Washington, D.C., 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **World Agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. ESA Working Paper, n. 12-03, 2012. Rome: FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf>. Acesso em: 10 Jan, 2021.

GALANAKIS, C. M. Introduction. In C. M. Galanakis (Ed.), **Nutraceutical and functional food components. Effects of innovative processing techniques**, p. 1–14. London: Elsevier. 2017.

GIRARDELO, J. R.; MUNARI, E. L.; DALLORSOLETA, J. C. S.; CECHINEL, G.; GOETTEN, A. L. F.; SALES, L. R.; REGINATTO, F. H.; CHAVES, V. C.; SMANIOTTO, F. A.; SOMACAL, S.; EMANUELLI, T.; BENECH, J. C.; SOLDI, C.; WINTER, E.; CONTERATO, G. M. M. Bioactive compounds, antioxidant capacity and antitumoral activity of ethanolic extracts from fruits and seeds of *Eugenia involucre* DC. **Food Research International**, v. 137, 109615, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109615>.

GOMÉZ, M. B.; OLIETE, B.; CABALLERO, P. A.; RONDA, F.; BLANCO, C. A. Effect of nut paste enrichment on wheat dough rheology and bread volume. **Food Science and Technology International**, v. 14, n. 1, p. 57–65, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1177/1082013208089984>.

HENRY, B. S. Natural food colours. In G. A. F. HENDRY; J. D. HOUGHTON. **Natural food colorants**. Chap. 2, p. 40-79, 1996. Great Britain: Chapman & Hall.

IHEAGWAM, F. N.; OKEKE, C. O.; DE CAMPOS, O. C.; ADEGBOYE, B. E.; OGUNLANA, O. O.; CHINEDU, S. N. Toxicopathological, proinflammatory and stress response evaluation of *Terminalia catappa* extract in male Wistar rats. **Toxicology Reports**, v. 8, p. 1769-1776, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.10.005>.

INSTITUTO PLANTARUM. **Amendoeira** [Internet]. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2015. Disponível em: <http://www.plantarum.com.br/amendoeira.html>.

IVANI, S. A.; SILVA, B. M. S.; OLIVEIRA, C.; MÔRO, F. V. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de castanheira (*Terminalia catappa* L. – *Combretaceae*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 517–522, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200043>.

JAHAN, E.; NUPUR, A. H.; MAJUMDER, S.; CHANDRA DAS, P.; AUNSARY, L.; AZIZ, M. G.; ISLAM, MD. A.; MAZUMDER, MD. A. R. Physico-chemical, textural and sensory properties of breads enriched with date seed powder. **Food and Humanity**, v. 1, p. 165–173, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.05.012>.

JAHURUL, M. H. A.; ADELIN, K. B.; NORAZLINA, M. R.; ISLAM, S.; SHIHABUL, A.; ZAIDUL, I. S. M. Characterization and nutritional content of *Terminalia catappa* kernel and its oil from Sabah, Malaysia. **Applied Food Research**, v. 2, n. 1, 100088, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100088>.

JANPORN, S.; HO, C.T.; CHAVASIT, V.; PAN, M. H.; CHITTRAKORN, S.; RUTTARATTANAMONGKOL, K.; WEERAWATANAKORN, M. Physicochemical properties of *Terminalia catappa* seed oil as a novel dietary lipid source. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 23, p. 201–209, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.06.007>.

KANERIA, M. J.; RAKHOLIYA, K. D.; MARSONIA, L. R.; DAVE, R. A.; GOLAKIYA, B. A. Nontargeted metabolomics approach to determine metabolites profile and antioxidant study of Tropical Almond (*Terminalia catappa* L.) fruit peels using GC-

QTOF-MS and LC-QTOF-MS. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 160, p. 415–427, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.08.026>.

KATIKI, L. M.; GOMES, A. C. P.; BARBIERI, A. M. E.; PACHECO, P. A.; RODRIGUES, L.; VERÍSSIMO, C. J.; GUTMANIS, G.; PIZA, A. M.; LOUVANDINI, H.; FERREIRA, J. F. S. *Terminalia catappa*: chemical composition, in vitro and in vivo effects on *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.09.006>.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1ª ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

KOMATSU, T. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 3, p. 329–347, 2008.

KONUSKAN, D. B. **Cold pressed oils, green technology, bioactive compounds, functional- ity, and applications**. Cambridge: Academic Press. 2020.

KOWALCZEWSKI, P. L.; WALKOWIAK, K.; MASEWICZ, L.; DUDA, A.; POLISZKO, N.; RÓZANSKA, M. B.; JEZOWSKI, P.; TOMKOWIAK, A.; MILDNER-SZKUDLARZ, S.; BARANOWSKA, H. M.; et al. Wheat bread enriched with raspberry and strawberry oilcakes: Effects on proximate composition, texture and water properties. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 11, p. 2591–2600, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03370-5>.

KUMAR, R.; ARORA, R.; AGARWAL, A.; GUPTA, Y. K. Protective effect of *Terminalia chebula* against seizures, seizure-induced cognitive impairment and oxidative stress in experimental models of seizures in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 215, p. 124–131, 2018. DOI: [c10.1016/j.jep.2017.12.008](https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.12.008).

KUMAR, A.; LAKSHMAN, K.; JAYAVEERA, K.; SATISH, K.; TRIPATHI, S. Estimation of rutin and quercetin *Terminalia chebula* by HPLC. **The Internet Journal of Aesthetic and Antiaging Medicine**, v. 2, p. 1–2, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5580/20a4>.

LADELE, B.; KPOVIESSI, S.; AHISSOU, H.; GBENOU, J.; KPADONOU-KPOVIESSIA, B.; MIGNOLET, E.; HÉRENT, M.-F.; BERO, J.; LARONDELLE, Y.; QUETIN-LECLERC, J.; MOUDACHIROU, M. Chemical composition and nutritional properties of *Terminalia catappa* L. oil and kernels from Benin. **Comptes Rendus Chimie**, v. 19, p. 876–883, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crci.2016.02.017>.

LAKSHAMANAN, M.; SUGANYA, K.; MURUGAN, M.; ANNARAJ, J.; DURAI PANDIYAN, V.; AL FARRAJ, D. A.; ELSHIKH, M. S.; JULIET, A.; PASUPULETI, M.; AROCKIARAJ, J. Antibiofilm efficacy of novel biogenic silver nanoparticles from *Terminalia catappa* against food-borne *Listeria monocytogenes* ATCC 15,313 and mechanisms investigation in-vivo and in-vitro. **Journal of King**

Saud University - Science, v. 34, n. 5, 102083, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102083>.

LEE, D. Y.; KIM, H. W.; YANG, H.; SUNG, S. H. Hydrolyzable tannins from the fruits of *Terminalia chebula* Retz. and their α -glucosidase inhibitory activities. **Phytochemistry**, v. 137, p. 109–116, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.02.006>.

LI, P.; DU, R.; WANG, Y.; HOU, X.; WANG, L.; ZHAO, X.; ZHAN, P.; LIU, X.; RONG, L. CUI, Q. Identification of Chebulinic Acid and Chebulagic Acid as Novel Influenza Viral Neuraminidase Inhibitors. **Frontier of Microbiology**, v. 11, article 182, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00182>.

LI, X.; HU, H.; XU, F.; LIU, Z.; ZHANG, L.; ZHANG, H. Effects of aleurone-rich fraction on the hydration and rheological properties attributes of wheat dough. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 5, p. 1777–1786, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14073>.

LIAO, F. H.; LIOU, T. H.; SHIEH, M. J.; CHIEN, Y. W. Effects of different ratios of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids to saturated fatty acids on regulating body fat deposition in hamsters. **Nutrition**, v. 26, n. 7, p. 811–817, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.09.009>.

LIMA, D. S.; EGEEA, M. B.; CABASSA, I. de C. C.; ALMEIDA, A. B. de; SOUSA, T. L. de; LIMA, T. M. de; LOSS, R. A.; VOLP, A. C. P.; VASCONCELOS, L. G. de; DALL'OGGIO, E. L.; HERNANDES, T.; TAKEUCHI, K. P. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 137, 110467, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110467>.

LIMA, M. R. T. **Fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn.): Compostos bioativos, atividade antioxidante e aplicação tecnológica**. 53f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina, 2012.

LING, B.; ZHANG, B.; LI, R.; WANG, S. Nutritional quality, functional properties, bioactivity, and microstructure of defatted pistachio kernel flour. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 93, n. 5, p. 689–699, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-016-2813-x>.

LOPES, C. B.; VIEIRA, J. A. M. do N.; FERNANDES, T. V.; RODRIGUES, T. Z.; GUERRA, I. C. D. Composição física e físico-química de frutos da *Terminalia catappa* Linn variedades roxa e amarela e de suas amêndoas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e58111427636, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27636>.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLAVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, Physico-chemical, Technological, Antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit

(*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51; n. 2; p. 756–763, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.055>.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACKER, L. B. **Árvores exóticas do Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. São Paulo, Nova Odessa: Editora Plantarum, v.1, 2003. 198p.

MACIEL, L. G.; RIBEIRO, F. LL.; TEIXEIRA, G. L.; MOLOGNONI, L.; SANTOS, J. N. dos; NUNES, I. L.; BLOCK, J. M. The potential of the pecan nut cake as an ingredient for the food industry. **Food Research International**, v. 127, 108718, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108718>.

MARQUES, M. R.; PAZ, D. D.; BATISTA, L. P. R.; BARBOSA, C. O.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Composição física, físico química, química, análise do teor de fenólicos totais e poder antioxidante *in vitro* de frutos de castanhola (*Terminalia catappa* Linn.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n.1, p. 209–213, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000023>.

MARTÍNEZ, M.; OLLETE, B.; GÓMEZ, M. Effect of the addition of extruded wheat flours on dough rheology and bread quality. **Journal of Cereal Science**, v. 57, n. 3, p. 424–429, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.01.007>.

MELO, N. F. C. B.; MENDONÇA SOARES, B. L. de; DINIZ, K. M.; LEAL, C. F.; CANTO, D.; FLORES, M. A. P.; TAVARES-FILHO, J. H. da C.; GALEMBECK, A.; STAMFORD, T. L. M.; STAMFORD-ARNAUD, T. M.; STAMFORD, T. C. M. Effects of fungal chitosan nanoparticles as eco-friendly edible coatings on the quality of postharvest table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 139, p. 56-66, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.01.014>.

MINSAKORN, S.; WATTHANADIREK, A.; POOLSAWAT, N.; PUTTARAK, P.; CHAWENGIKIRTTIKUL, R.; ANURACPREEDA, P. The anthelmintic potentials of medicinal plant extracts and an isolated compound (rutin, C₂₇H₃₀O₁₆) from *Terminalia catappa* L. against *Gastrothylax crumenifer*. **Veterinary Parasitology**, v. 291, 109385, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109385>.

MONAGAS, M.; GARRIDO, I.; LEBRÓN-AGUILAR, R.; CARMEN GÓMEZ-CORDOVÉS, M.; RYBARCZYK, A.; AMAROWICZ, R.; BARTOLOMÉ, B. Comparative flavan-3-ol profile and antioxidant capacity of roasted peanut, hazelnut, and almond skins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 22, p. 10590–10599, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf901391a>.

MUTHULAKSHMI, L.; PRABAKARAN, S.; RAMALINGAM, V.; RAJULU, A. V.; RAJAN, M.; RAMAKRISHNA, S.; LUO, H. Sodium alginate nanofibers loaded *Terminalia catappa* scaffold regulates intrinsic apoptosis signaling in skin melanoma cancer. **Process Biochemistry**, v. 118, p. 92–102, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.04.004>.

MUTHULAKSHMI, L.; SUGANYA, K.; MURUGAN, M.; ANNARAJ, J.; DURAIKANDIYAN, V.; AL FARRAJ, D. A.; ELSHIKH, M S.; JULIET, A.; PASUPULETI, M.; AROCKIARAJ, J. Antibiofilm efficacy of novel biogenic silver

nanoparticles from *Terminalia catappa* against food-borne *Listeria monocytogenes* ATCC 15,313 and mechanisms investigation in-vivo and in-vitro. **Journal of King Saud University - Science**, v. 34, n. 5, 102083, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102083>.

NASCIMENTO, J. F. do; BARROSO, B. dos S.; TOSTES, E. do S. L.; SILVA, A. do S. S. da, SILVA JÚNIOR, A. C. S da. Análise físico-química de polpas de acerola (*Malpighia glabra* L.) artesanais e industriais congeladas. **Pubvet**, v. 12, n. 6, p. 1–6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n6a109.1-6>.

NEGI, P. S. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. **International Journal of Food Microbiology**, v. 156, n. 1, p. 7–17, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.006>.

NG, S.; LASEKAN, O.; MUHAMMAD, K. S.; HUSSAIN, N.; SULAIMAN, R. Physicochemical properties of Malaysian-grown tropical almond nuts (*Terminalia catappa*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 10, p. 6623–6630, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1737-z>.

OHARA, R.; PÉRICO, L. L.; RODRIGUES, V. P.; BUENO, G.; ZANATTA, A. C.; SANTOS, L. C. dos; VILEGAS, W.; CONSTATINO, F. B.; JUSTULIN, L. A.; HIRUMA-LIMA, C. A. *Terminalia catappa* L. infusion accelerates the healing process of gastric ischemia-reperfusion injury in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 256, 112793, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112793>.

OLIVEIRA, J. T. A.; VASCOCELOS, I. M.; BEZERRA, L. C. N. M.; SILVEIRA, S. B.; MONTEIRO, A. C. O.; MOREIRA, R. A. Composition and nutritional properties of seeds from *Pachira aquatic* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, v. 70, n. 2, p. 185–191, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(00\)00076-5](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(00)00076-5).

OLIVEIRA, O. W.; PETROVICK, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 4, p. 641–650, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000400026>.

ORTEGA, A. M. M.; CAMPOS, M. R. S. **Bioactive Compounds as Therapeutic Alternatives. Bioactive Compounds**, p. 247–264. London: Elsevier. 2019.

OYENIRAN, O. H.; ADEMILUYI, A.O.; OBOH, G. African Mistletoe (*Tapinanthus bangwensis* Lor.) infestation improves the phenolic constituents, antioxidative and antidiabetic effects of Almond (*Terminalia catappa* Linn.) host leaf in sucrose-rich diet-induced diabetic-like phenotypes in fruit fly (*Drosophila melanogaster* Meigen). **Journal of Food Frontiers**, v. 2, p. 77–90, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/fft2.67>.

OYENIRAN, O. H; OBOH, G.; ADEMILUYI, A.O.; UMAR, H. I. Mistletoe infested *Moringa oleifera* and *Terminalia catappa* leaves supplemented diet enhances antioxidant and insulin-like peptide mRNA levels in *Drosophila melanogaster*. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 5, 100124, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100124>.

PADILHA, C. V. da. S. ; MISKINIS, G. A.; SOUZA, M. E. A. O. de; PEREIRA, G. E.; OLIVEIRA, D. de; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. dos S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v. 228, p. 106–115, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.137>.

PANDEY, G.; GUPTA, S. S.; BHATIA, A.; SIDHU, O. P.; RAWAT, A. K. S.; RAO, C. V. Grilling enhances antidiarrheal activity of *Terminalia bellerica* Roxb. fruits. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 202, p. 63–66, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.12.003>.

PANDYA, N. B.; TIGARI, P.; DUPADAHALLI, K.; KAMURTHY, H.; NADENDLA, R. R. Antitumor and antioxidant status of *Terminalia catappa* against Ehrlich ascites carcinoma in Swiss albino mice. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 45, n. 5, p. 464-469, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4103/0253-7613.117754>.

PYCIA, K.; IVANIŠOVÁ, E. Physicochemical and Antioxidant Properties of Wheat Bread Enriched with Hazelnuts and Walnuts. **Foods**, v. 9, n. 8, 1081, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9081081>.

RAGAEI, S.; GUZAR, I.; DHULL, N.; SEETHARAMAN, K. Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread. **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, n. 10, p. 2147–2153, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.06.016>.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2017150, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15017>.

RUBEL, I. A.; PÉREZ, E. E.; MANRIQUE, G. D.; GENOVESE, D. B. Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. **Food Structure**, v. 3, p. 21–29, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2014.11.00>.

SABATINI, D. R.; SILVA, K. M. da; PICININ, M. E.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B. de; PEREIRA, C. A. M. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 129–136, 2011.

SALIH, E. Y.; FYHRQUIST, P.; ABDALLA, A. M. A.; ABDELGADIR, A. Y.; KANNINEN, M.; SIPI, M.; LUUKKANEN, O.; FAHMI, M. K. M.; ELAMIN, M. H. E.; ALI, H. A. LC-MS/MS tandem mass spectrometry for analysis of phenolic compounds and pentacyclic triterpenes in antifungal extracts of *Terminalia brownii* (Fresen). **Antibiotics**, v. 6, n. 4, 37, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics6040037>.

SANTOS, E. da N.; BEZERRA, E. dos A.; SILVA, L. M. A. da; CAVALCANTI, M. T. Elaboração e caracterização da farinha do fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 362–365, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i2.5337>.

SANTOS, E. da N.; SANTOS, E. da N.; FEITOZA, J. V. F.; BEZERRA, E. dos A.; CAVALCANTI, M. T. Propriedades funcionais de farinha desengordurada da amêndoa da castanhola. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 14, n. 01, p.01–05, 2020.

SANTOS, I. C. F. dos; CARVALHO, S. H. V. de; SOLLETTI, J. I.; SALLES, W. F. de La; DE LA SALLES, K. T. da S.; MENEGHETTI, S. M. P. Studies of *Terminalia catappa* L. oil: Characterization and biodiesel production. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 6545–6549, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.11.048>.

SANTOS, O. V., CORRÊA, N. C. F., SOARES, F. A. S. M., GIOIELLI, L. A., COSTA, C. E. F.; LANNES, S. C. S. Chemical evaluation and thermal behavior of Brazil nut oil obtained by different extraction processes. **Food Research International**, v. 47, n. 2, p. 253–258, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.038>.

SANTOS, O. V.; LORENZO, N. D.; LANNES, S. C da S. Chemical, morphological, and thermogravimetric of *Terminalia catappa* Linn. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 36, n.1, p. 151–158, Jan-Mar, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.0090>.

SANTOS, O. V.; LORENZO, N. D.; SOUZA, A. L. G.; COSTA, C. E. F.; CONCEIÇÃO, L. R. V.; LANNES, S. C. da S.; TEIXEIRA-COSTA, B. E. CO₂ supercritical fluid extraction of pulp and nut oils from *Terminalia catappa* fruits: Thermogravimetric behavior, spectroscopic and fatty acid profiles. **Food Research International**, v. 139, 109814, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109814>.

SCHULZ, M.; SERAGLIO, S. K. T.; BRUGNEROTTO, P.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Composition and potential health effects of dark-colored underutilized Brazilian fruits – A review. **Food Research International**, v.137, 109744, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109744>.

SHENG, Z.; ZHAO, J.; MUHAMMAD, I.; ZHANG, Y. Optimization of total phenolic content from *Terminalia chebula* Retz. fruits using response surface methodology and evaluation of their antioxidant activities. **PLoS ONE**, v. 13, n. 8, e0202368, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202368>.

SINGH, A.; BAJPAI, V.; KUMAR, S.; KUMAR, B.; SRIVASTAVA, M.; RAMESHKUMAR, K. B. Comparative profiling of phenolic compounds from different plantparts of six *Terminalia* species by liquid chromatography–tandem mass spectrometry with chemometric analysis. **Industrial Crops and Products**, v. 87, p. 236–246, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.048>.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965. DOI: <http://dx.doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>.

SILVA, F. A.; QUEIROGA, R. de C. R. do E.; SOUZA, E. L. de; VOSS, G. B.; BORGES, G. da S. C.; LIMA, M. dos S.; PINTADO, M. M. E.; VASCONCELOS, M. A. da S. Incorporation of phenolic-rich ingredients from integral valorization of Isabel grape improves the nutritional, functional and sensory characteristics of probiotic goat milk yogurt. **Food Chemistry**, v.369, 130957, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130957>.

SILVA, P. L.; DE ANGELIS, C. D.; BONAMIN, F.; KUSHIMA, H.; MINIMEL, F. J.; SANTOS, L. C. dos; DELELLA, F.; FELISBINO, S. L.; VILEGAS, W.; ROCHA, L. R. M. da; RAMOS, M. A. dos S.; BAUAB, T. M.; TOMAE, W.; HIRUMA-LIMA, C. A. *Terminalia catappa* L.: a medicinal plant from the Caribbean pharmacopeia with anti *Helicobacter pylori* and antiulcer action in experimental rodent models. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 15, p. 285–295, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.11.025>.

SILVA, M. B.; ROSA, P. R. de O.; BARROS, M. J. V. de; ARAÚJO, K. D. Distribuição espacial das árvores exóticas (*Terminalia catappa* Linn.) no Campus I da UFPB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 143–151, 2010.

SIM, Y. Y.; NYAM, K. L. **Cold pressed oils, green technology, bioactive compounds, functionality, and applications**. Cambridge: Academic Press . 2020.

SIVAMARUTHI, B. S.; RAMKUMAR, V. S.; ARCHUNAN, G.; CHAIYASUT, C.; SUGANTHY, N. Biogenic synthesis of silver palladium bimetallic nanoparticles from fruit extract of *Terminalia chebula* – In vitro evaluation of anticancer and antimicrobial activity. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 51, p. 139–151, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jddst.2019.02.024>.

SLUIMER, P. **Principles of Breadmaking. Functionality of Raw Materials and Process Steps**. American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN, USA, 2005.

SOUZA, A. L G. de; FERREIRA, M. C. R.; MIRANDA, L. R. de; SILVINO, R. C. de A. S.; LORENZO, N. D.; CORREA, N. C. F.; SANTOS, O. V. dos. Aproveitamento nutricional e tecnológico dos frutos da castanhola (*Terminalia catappa* Linn.). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 3, p. 23–29, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-62232016000300003>.

TANASE, C.; COSARCĂ, S.; MUNTEAN, D. L. A Critical Review of Phenolic Compounds Extracted from the Bark of Woody Vascular Plants and Their Potential Biological Activity. **Molecules**, v. 24, 1182, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules24061182>.

TEIXEIRA, H. L. **Composição química e perfil de ácidos graxos da castanha do fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn)**. 50p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga, 2010.

THOMSON, L.A.J.; EVANS, B. *Terminalia catappa*. In: ELEVITCH, C.R. (Ed.). **Species profiles for pacific Island agroforestry: permanent agriculture**

resources. 2006. Disponível em: <http://www.traditionaltree.org/>. Acesso em: 14 set, 2019.

TOLEDO, N. M. V. de; NUNES, L. P., DA SILVA, P. P. M.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: physicochemical and sensory aspects. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 1185–1192, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13383>.

TUMA, A.; CAPPÀ, C.; TOKATLI, F.; ALAMPRESE, C. White bean and hazelnuts flours: Application in gluten-free bread. **LWT - Food Science and Technology**, v. 184, 114995, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114995>.

UCHIDA, V. H.; PADILHA, C. E. de A.; RIOS, N. S.; SANTOS, E. S. dos. Enzymatic inhibition of α -amylase and encapsulation of bioactive compounds by nanoemulsion from pulp extract *Terminalia catappa* Linn fruit. **Results in Chemistry**, v. 5, 100736, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100736>.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816–823, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K. Chemical composition of selected edible nut seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 13, p. 4705–4714, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0606959>.

VILLASANTE, J.; ESPINOSA-RAMÍREZ, J.; PÉREZ-CARRILO, E.; HEREDIA-OLEA, E.; METÓN, I.; ALMAJANO, M. P. Evaluation of non-extruded and extruded pecan (*Carya illinoensis*) shell powder as functional ingredient in bread and wheat tortilla. **LWT – Food Science and Technology**, v. 160, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113299>.

WANG, Y.; CHUNG, S. J.; SONG, W. O.; CHUN, O. K. Estimation of daily proanthocyanidin intake and major food sources in the U.S. diet. **Journal of Nutrition**, v. 141, n. 3, p. 447–452, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.110.133900>.

WELLS, B. J.; MAINOUS, A. G.; EVERETT, C. J. Association between dietary arginine and C-reactive protein. **Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 125–130, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.03.021>.

WOJDYLO, A.; TURKIEWICZ, I. P.; TRACZ, K.; NOWICKA, P.; BOBAK, L. Nuts as functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties. **Food Chemistry: X**, v. 15, 100418, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100418>.

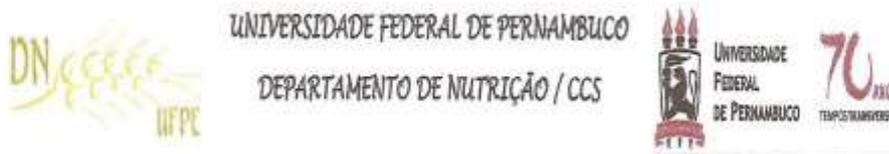
WU, S.; SHEN, D.; WANG, R.; LI, Q.; MO, R.; ZHENG, Y. ZHOU, Y. LIU, Y. Phenolic profiles and antioxidant activities of free, esterified and bound phenolic compounds in walnut kernel. **Food Chemistry**, v. 350, 129217, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129217>.

ZARZYCKI, P.; WIRKIJOWSKA, A.; NAWROCKA, A.; KOZLOWICZ, K.; KRAJEWSKA, M.; KLOSOK, K.; KRAWECKA, A. Effect of *Moldavian dragonhead* seed residue on the baking properties of wheat flour and bread quality. **LWT – Food Science and Technology**, v. 155, 112967, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112967>.

ZHANG, X. R.; KAUNDA, J. S.; ZHU, H. T.; WANG, D.; YANG, C. E.; ZHANG, Y. J. The Genus *Terminalia* (Combretaceae): An Ethnopharmacological, Phytochemical and Pharmacological Review. **Natural Products and Bioprospecting**, v. 9, p. 357–392, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13659-019-00222-3>.

YAZDI, M. M. A.; KAMALINEJAD, M. Antibacterial Activity of *Terminalia catappa* Against Bacteria Isolated from Burn Wounds and Comparison with Effects of Selective Antibiotics in vitro. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 12, n. 1, p. e410, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2008.05.1079>.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSETIMENTO E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **Pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola** (*Terminalia catappa* Linn): composição centesimal, propriedades tecnológicas e análise sensorial, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Viviane Michele dos Santos (Rua Professor Bandeira, nº 423, Iputinga, Recife-PE, CEP:50731-250, Fone: (81) 991096440, e-mail: vivisan6@yahoo.com.br).

Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Prof^a. Dra. Viviane Lansky Xavier Souza Leão, Telefones para contato: (81) 987162669, e-mail: viviane.xavier@ufpe.br; Ana Carolina Fernandes Ribeiro, e-mail: anarcarib@gmail.com e está sob a orientação de: Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford, Telefone: (81) 985264611, e-mail tania.stamford@ufpe.br.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação: Esta pesquisa consiste na caracterização da farinha da amêndoa da castanhola, considerado uma parte comestível de fruto exótico, além de sua utilização como matéria-prima para enriquecimento de um produto de panificação. Assim, o objetivo é elaborar formulações de pães a partir de diferentes proporções de farinha da amêndoa da castanhola. A metodologia é composta pela elaboração, composição centesimal, propriedades tecnológicas, análise microbiológica e sensorial dos pães. A composição centesimal será determinada através dos teores de umidade, cinzas, proteínas, gorduras e carboidratos por 100 g de cada formulação de pão. As propriedades tecnológicas serão realizadas por meio da aferição das dimensões (largura/altura/comprimento), volume, cor, como também teste instrumental da textura mediante os parâmetros de dureza, elasticidade, gomosidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência. As formulações dos pães, afim de garantir seu

consumo seguro, serão submetidas à avaliação microbiológica através da análise dos microrganismos *Salmonella sp.*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* e bolores e leveduras. A análise sensorial dos pães será conduzida através dos testes afetivos de aceitação (para indicar se o provador gostou ou desgostou do produto) e intenção de compra (para indicar o desejo do provador em consumir e comprar o produto degustado). A sua participação ocorrerá da seguinte maneira:

- a) Na cabine individual, localizada no Laboratório de Técnica Dietética e Análise Sensorial do Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), cada participante, de forma presencial, receberá as amostras dos pães, juntamente com ficha de avaliação das amostras.
- b) O procedimento será realizado apenas uma vez e terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação.

RISCOS: O principal risco consiste em processos alérgicos que o participante possua a algum dos componentes das amostras. Por este motivo, indivíduos alérgicos ou intolerantes ao glúten, à lactose, à algum tipo de amêndoa ou castanha ou semente oleaginosa não devem participar da análise. A quantidade dos ingredientes nos produtos não excederá a recomendação diária recomendada, podendo por ventura aparecer desconfortos normais provocados pelo consumo de fibras e/ou lipídios presentes nas formulações, tais como, diarreia, flatulência, cólica e distensão abdominal. Todos esses sintomas cessarão com a interrupção do consumo do produto. Este risco será atenuado através de esclarecimento sobre as substâncias constituintes dos pães. Também serão garantidos todos os cuidados necessários à participação de acordo com os direitos individuais e respeito ao bem-estar físico e psicológico.

BENEFÍCIOS: Os participantes contribuirão para o desenvolvimento da pesquisa na área de aproveitamento das frações comestíveis de frutos exóticos e compostos bioativos, sendo parte fundamental para finalização deste trabalho, visto que a caracterização sensorial do produto refletirá na escolha da melhor formulação, como também, a aceitação deste para um público quantitativamente mais expressivo. Além disso, o provador será beneficiado através do consumo de um alimento com efeitos positivos na sua saúde.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, na forma de fichas de avaliação hedônica para análise sensorial, ficarão armazenados em pasta de arquivo e no computador pessoal, sob a responsabilidade do orientador no endereço Av. Professor Moraes Rêgo, 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50670-901 (Departamento de Nutrição), pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **Pães enriquecidos com farinha da amêndoa da castanhola** (*Terminalia catappa* Linn): composição centesimal, propriedades tecnológicas e análise sensorial, como voluntário (a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Impressão
digital
(opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimento da pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas da equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO HEDÔNICA

Formulário de Análise Sensorial

NOME: _____

SEXO: _____

IDADE: _____

DATA: _____

1. TESTE DE ACEITABILIDADE

Você está recebendo quatro amostras de pães com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola. Por favor, prove cada uma das amostras da esquerda para a direita, bebendo água entre as amostras. Avalie quanto à aparência, aroma, textura, sabor e impressão global, o quanto você gostou ou desgostou do produto:

- 9 gostei extremamente (adorei)
 8 gostei muito
 7 gostei moderadamente
 6 gostei ligeiramente
 5 nem gostei/nem desgostei
 4 desgostei ligeiramente
 3 desgostei moderadamente
 2 desgostei muito
 1 desgostei extremamente
 (detestei)

		Códigos das Amostras			
Aparência					
Aroma					
Textura					
Sabor					
Impressão global					

2. TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Você recebeu quatro amostras de pães com diferentes proporções da farinha da amêndoa da castanhola. Por favor, avalie também a sua intenção de compra caso você encontrasse este produto à venda:

- 5 certamente compraria
 4 provavelmente compraria
 3 tenho dúvidas se compraria
 2 provavelmente não compraria
 1 certamente não compraria

		Códigos das Amostras			
Nota					

ANEXO A – IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA DA CASTANHOLA

